



Çukurova
TARIM
ve **GIDA**
Bilimleri Dergisi

**7. Ulusal Bitki Besleme
ve Gübre Kongresi
Özel Sayısı**

**Special Issue for
7th National Plant Nutrition
and Fertilizer Congress**

Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and **FOOD**
Sciences

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu Editorial Board

Orhan BOZAN
Serap GÖNCÜ
H. Hüseyin ÖZTÜRK
Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Baş Editör Editor-in-chief

Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi

Sorumlu Editör Managing Editor

Emin Bülent ERENOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Bilimsel Danışma* Kurulu Advisory Board**

Ahmet KORKMAZ
Aydın ADILOĞLU
Aydın GÜNEŞ
Cengiz KAYA
Ceyhan TARAKÇIOĞLU
Eşref İRGET
Burçin ÇOKUYSAL
Hayriye İBRİKÇİ
Hüseyin DİKİCİ
İbrahim ERDAL
İsmail ÇAKMAK
Kadir SALTALI
Mehmet AYDIN
Mustafa KAPLAN
Mücella MÜFTÜOĞLU
Nesrin YILDIZ
Ömer L. ELMACI
Sadık USTA
Sait GEZGİN
Süleyman TABAN
Şefik TÜFEKÇİ
Vahap KATKAT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Namık Kemal Üniversitesi
Ankara Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Ordu Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Sütçü İmam Üniversitesi
Süleyman Demirel Üniversitesi
Sabancı Üniversitesi
Sütçü İmam Üniversitesi
Adnan Menderes Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart Üni.
Atatürk Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Ankara Üniversitesi
Selçuk Üniversitesi
Ankara Üniversitesi
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uludağ Üniversitesi

* Özel Sayı'da yer alan makaleler 7. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bilim Kurulunda yer alan bilim insanları tarafından değerlendirilmiştir.

** Manuscripts in Special Issue were evaluated by scientists existing in Scientific Board of 7th National Plant Nutrition and Fertilizer Congress.

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

**Çukurova
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**



**Çukurova
Journal of Agricultural and Food Sciences**

ISSN 1300 - 4700

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı Publisher	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çukurova University Faculty of Agriculture
Sahibi (ÇÜZF adına) Owner (on behalf of ÇÜZF)	Mustafa Bülent TORUN, Dekan (Dean)
Teknik Sekreteryası Technical Secretary	Hasan YILDIRIM
Basımevi Adresi Printing House	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana-TÜRKİYE
Basım Tarihi Date of Publication	30/12/2016
Dil Language	Türkçe - İngilizce Turkish - English
Yayın Türü Type of Publication	Hakemli Süreli Yayın Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla *“Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi”* adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 *“Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture”* continuous its publication life as *“Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”*.

Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayın Ünitesi
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.
Çukurova University Faculty of Agriculture
Publication Department
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Faks : 0 322 338 63 64
E-posta : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Fax : 0 322 338 63 64
E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



İçindekiler - Contents

Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi Vermicomposting Technology For Solid Waste Management in Sustainable Agricultural Production K. Bellitürk	1-5
Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi Disposal of Olive Oil Mill Waste Water (OMWW) via Ecological Methods and Effect on Some Soil Properties K. Doğan, A. Sarıoğlu, N. Ağca	7-12
Gübreleme Programlarına Yeni Bir Bakış: Yeni paradigmalarla Neden Fark Yaratmak Zorundayız? New Perspectives on Fertilization Programs. Why We Should Make a Difference with New Paradigms B. Çokuysal	13-20
Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri The Effects of Composts Obtained from Greenhouse Wastes, Used Cocopeat Wastes and Spent Mushroom Compost on Soil Nutrient Contents İ. Sönmez, H. Kalkan, H. Demir, R. Külcü, M. Kaplan, O. Yaldız	21-28
Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması Cobalt and Nickel Absorption of Sunflower and Lucern Grown under Different Soil Textures B. Çolak Esetli, B. Çokuysal, D. Anaç	29-38
Toprak Solucanı, Organik ve Mineral Gübreli Koşullarda Mısır Bitkisi Performansını Artırdı Earthworm Improved Plant Performance of Corn Plant in both Organic and Mineral Fertilized Condition N. Ateş, A. Coşkan	39-49
İğdır Ovasındaki Elma Bahçelerinin Toprak Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi Evaluation of Apple Orchards in İğdır Plain for Soil Fertility U. Şimşek, S. Sürmeli, Y.M. Canbolat	51-60
Orta Anadolu'da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi Evaluation of Some of Productivity Parameters According to Parent Materials in the Semi-Arid Environment of Central Anatolia T. Karacan, H.H. Özyaytekin, M. Dedeoğlu	61-71
Şanlıurfa'da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (<i>Punica granatum spp.</i>) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi Zinc Deficiency and in Hicaz Pomegranate (<i>Punica granatum spp.</i>) Grown in Şanlıurfa M. Çalman, İ. Kızılgöz	73-79



İçindekilerin devamı - Contents continuing

Satsuma Mandarininin (Citrus unshiu Marcovitch) Meyve İle Topraktan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler Determination of the Amount of Nutrients Uptake From Soil in Satsuma Mandarin (I)-Macro Elements N.T. Barlas, M.E. İrget	81-88
Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi Determination of Some Properties and Plant Nutritional Element Contents of Soils in Birecik-Şanlıurfa M. Saraçoğlu, A. Sürücü, M. Taş, İ. Koşar, M. Karagöktaş	89-99
Fosfor ile Zenginleştirilmiş Biyokömürün Marul Bitkisinin (<i>Lactucasativa L. cv. Maritima</i>) Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonu Üzerine Etkisi Effect of Phosphorous-Enriched Biochar on the Growth and Mineral Element Concentration of Lettuce (<i>Lactuca Sativa L. cv. Maritima</i>) Ö. Şahin, M.B. Taşkın, E.C. Kaya, H. Taşkın	101-107
Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında Stevia Rebaudiana Bertoni (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi Growing and Determining the Nitrogen Requirement of the Stevia Rebaudiana Bertoni (Sugar Plant) in Soils of Türkoğlu in Kahramanmaraş H. Souksu, K. Yılmaz, Ö.F. Demir	109-114
Kalsiyum İçeren Farklı Gübrelerin Red Chief Elma Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi The Effects of Different Fertilizers Containing Calcium on Fruit Quality of Apple cv. Red Chief K. Uçgun, Ö. Çalhan, T. Seymen, M. Cansu, M. Altındal	115-122
Potasyumla Gübrelemenin İncirde (<i>Ficus carica L.</i>) Yaprakta Makro Besin Elementi İçeriğine Etkisi Effect of Different Doses of Potassium Fertilization on Macro Element Nutrition of Fig (<i>Ficus carica L.</i>) M. Tepecik, M.E. İrget	123-130
Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi Effect of Agricultural Waste Originated Compost Application on Soil Physical Properties and Sesame Yield in Irrigated Conditions of Harran Plain A. Çıkman, T. Monis, A.S. Nacar, Y. Vurarak, S. Karanlık	131-138
Görünür ve Yakın Kızılötesi Spektrofotometre Kullanılarak Toprak pH'sının Belirlenmesi Determination of Soil pH Using Visible and Near-Infrared (Vis-NIR) Spectrophotometry Z. Tümsavaş	139-146
Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması Research on the Parameters that can be Used as an Index for Nitrogen Fertilization Recommendation of Sunflower M.A. Gürbüz, T.A. Öz	147-152



İçindekilerin devamı - Contents continuing

- Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi**
Monitoring the Nitrate Concentrations in Drainage in Irrigated Akarsu Irrigation District
H.İbrikçi, M. Çetin, H. Sağır, M. Uçan, M.S. Gölpinar, E. Karnez **153-163**
- Smektit ve Vermikülitçe Zengin Kurak Alanlarda Hububatta Üre ve Amonyumun Üst Gübre Olarak Kullanılması**
Using of Urea and Ammonia as Upper Fertilizer in Cereals in The Arid Lands which are Dominant of Smectite and Vermiculite
Z. Ağaoğlu, K. Yılmaz, Ö.F. Demir **165-169**
- Buğday Tarımında Twin-N Uygulamalarının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri**
The Effects of Twin-n Applications on Yield and Some Yield Factors on Bread Wheat
A. Pek, R. Bower, S. Aykanat, H. Barut **171-177**
- Vermikompostun 5 BB/Trakya İlkeren Aşı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Kök Gelişimine Etkisi***
Effects of Vermicompost on Root Growth of Trakya İlkeren/5 BB Grafting Combination Grapevine Saplings
B. Açıkbaş, K. Bellitürk **179-184**
- Biyostimulantların Sınıflandırılması ve Türkiye'deki Durumu**
Categorization of Biostimulants: Current Situation in Turkey
B. Külahtaş, B. Çokuysal **185-200**
- Bitlis Yöresi Topraklarının Kil Minerali Tipleri ve Toprak Özellikleri İlişkileri**
Relationship Between Clay Mineral Types and Soil Properties of Bitlis Region Soils
E. Aslan, K. Yılmaz, Ö.F. Demir **201-206**
- Uslu Zeytin Çeşidi Yapraklarındaki Makro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimi**
The Seasonal Variation of Macro Nutrients in The Leaves of Uslu Olive Variety
E. Aydoğdu, H.S. Turan, T. Pekcan, M.B. Torun **207-213**
- Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (Agaricus bisporus) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi**
Determination of Nutritional Status of the Mushroom (Agaricus bisporus) produced in Korkuteli-Antalya Region
S. Sönmez, D.S. Üras, E. Demir, N. Özen, E. Kılıç **215-219**
- Kültür Bitkileri Yetiştiriciliğinde Biyofortifikasyon**
Biofortification in Cultivation of Crop Plants
Ş. Orman, H. Ok **221-227**
- Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi**
Assessment of the Availability of the Multinutrient Extraction Methods for Wheat Plant for the Determining Phosphorus by Soil and Plant Analysis
M.A. Gürbüz, T.A. Kardeş, U. Çebi **229-233**



Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi

Korkmaz BELLİTÜRK¹

Özet

Vermikompost terimi, toprak solucanlarını kullanarak organik atıkların kompostlaştırılması işlemi sonucunda elde edilen humus benzeri maddeler için kullanılmaktadır. Çeşitli hayvan (sığır, koyun, at, tavşan v.s.) dışkıları, orman ürünleri atıkları, mutfak atıkları, çim-meyve-sebze bahçelerindeki budama ve hasat atıkları, kâğıt atıkları ve diğer birçok organik atıklar solucanlara yem olarak yedirilerek vermicompost üretilir. Organik atıkların, solucanların sindirim sisteminde bulunan çok sayıdaki mikroorganizma tarafından sindirilerek kokusuz, organik maddece zengin içerikli olan vermicomposta dönüşümü sağlanır. Amaç, bu atık maddeleri mümkün olduğunca hızlı ve etkili bir şekilde işlemektir. Ülkemiz söz konusu organik atıklar bakımından oldukça zengindir. Atıkların vermicompost olarak değerlendirilmesi ile, tarımsal üretimdeki kimyasal gübrelerle bağımlılık azalacak, ekonomik ve çevresel anlamda büyük faydalar sağlanacaktır. Tarım topraklarımızdaki organik maddenin giderek azalması (yaklaşık % 1'in altına düşmesi) karşısında, toprak ıslahı konuları daha da önem kazanmaktadır. Bu amaçla, yaklaşık % 40 civarında toplam organik madde içeren vermicompost gübresi kullanımı, toprakların azalan verimliliklerinin önüne geçilmesi ve gelecek kuşaklara emanet edilmesi hususunda büyük önem taşımaktadır. Atıklar içerisinde ülkemizde çok fazla bulunan "çiftlik gübreleri", yapılan birçok hatalı uygulamalar nedeniyle maalesef kompost olarak kullanılamamakta olup, bu şekilde kullanıldığında da birçok çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Çeşitli laboratuvar ve tarla-sera denemelerimiz sonucunda, bu gübrelerin solucanlara yedirilerek üretilen ikinci ürün vermicomposta dönüştürülmesiyle; bu gübredeki çevre sorunu oluşturan özellikler yok olmakta ve organik gübreye dönüşerek topraklar için önemli bir tarımsal girdi olarak kabul edilmektedir. Çeşitli atıklarının toprak solucanlarına (*Eisenia foetida* vs.) yedirilerek elde edilen vermicompostun tarım toprakları için iyi bir organik gübre olması, ekonomik yönüyle de önemlidir. Vermikompost; hijyenik üretim teknikleri ve solucanların taşıdığı bazı özelliklerden dolayı herhangi bir sağlık riski oluşturmayan, ağır metal ve zararlı mikroorganizmaları içermeyen, toprakların üretim potansiyellerini arttıran ve % N, P, K içerikleri sırasıyla ortalama % 1.5-2, % 2.5-4.1 ve % 1.4-9.2 civarında olan değerli bir organik gübredir. Bu çalışmanın amacı, vermicompost teknolojisine genel bir bakışı ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, organik atık, çevre, ekonomi, toprak ıslahı.

Vermicomposting Technology For Solid Waste Management in Sustainable Agricultural Production

Abstract

The vermicompost expression is a word which is used for the final product (humus-like material) of composting procedure of organic waste materials by soil worms. There are lots of organic food sources for worms which may leads to vermicompost production: various animal faeces (sheep, cow, horse, rabbit and etc.), the waste of forest productions, kitchen waste materials, the waste of pruning and harvesting of grass, fruit and vegetable gardens, waste papers, and other organic sourced materials. In other words, these organic wastes can be digested in worm's digestive systems via lots of microorganisms and reformed to odorless material which is so rich in organic content which the material is named: "vermicompost". The goal is to process the material as quickly and efficiently as possible. Our country is as rich as possible in the aspect of mentioned waste organic materials. Evaluating waste materials as vermicompost leads to lower dependency

¹ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 59030-Süleymanpaşa-Tekirdağ,

of farm activities to chemical fertilizers, and at the same time have obvious economic and environmental benefits. Along with the gradual reduction of organic material in the field soils (approximately even lower than 1%), the soil improvement matter is gaining more importance and attention. In this respect, using vermicompost fertilizers which are rich in total organic material up to 40%, relieves the reduction of soil nutrients and is so important to save it for the next generations. The most common waste material in our country is field fertilizers which is not used as compost because of wrong procedure of usage, which in addition to the above the usage in the current wrong form, has lots of environmental side effects. The results of several laboratory and field experiments have shown that feeding worms with theses fertilizers and producing vermicompost as the second hand production, leads to omitting the environmental problems of primary fertilizers. By feeding soil worms (*Eisenia foetida* etc.) with various waste materials, in addition to gain an important organic source of materials in the form of vermicompost, it is important in economic aspects to. Vermicompost through its hygienic production procedure and some special characteristics of worms, has no health risk, heavy metals and harmful microorganisms, and increases the productivity potential of soils which enrich with N, P and K approximately about 1.5–2 %, 2.5-4.1 % and 1.4-9.2%. The objective of this article is to present overview of the vermicomposting technology.

Key words: Vermicompost, organic waste, environment, economy, soil amendment.

Giriş

Kimyasal gübre ve ilaçlar ile kimyasal katkı maddelerin kullanılmaya başlandığı 1950-60'lı yıllarda “Yeşil Devrim” olarak adlandırılan bu tarımsal üretim artışının genel anlamda dünyadaki açlık sorununa bir çözüm getirmediği, aksine doğal dengeyi, toprak kalitesini ve insan sağlığını bozduğunu gören kişi ve gruplar bu konuda çeşitli araştırmalara başlamışlardır. Zamanla kullanılan bu kimyasallar ile her ne kadar üretim miktarları artmış olsa da, uzun vadede topraktaki yararlı organizmaları öldürerek besin kalitesi ve toprak verimliliğinin düşmesine sebep olmuştur (Sinha ve Herat, 2009). Bu durum, ekolojik sistemde hatalı yapılan bu uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi kurmaya yönelik insana ve çevreyle dost olan girdi ve üretim sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Neticede vermicompost teknolojisinin yaygınlaşması ve organik tarımın giderek artan popülaritesi gibi yeni tarımsal yaklaşımlar hem çevre hem de ekonomi için önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Bugünkü tarımsal üretim ele alındığında, özellikle tarım topraklarının giderek verimsizleşmesi nedeniyle, kimyasal gübreler farklı teknikler kullanılarak yavaş salınımlı formlara dönüşme eğilimine girmiştir.

Küresel ısınma gibi nedenlere bağlı doğanın ve iklimlerin değişmesi neticesinde, tarım

toprakları bünyelerinde bitki büyümeye etkili olan bitki besin elementlerini tutamaz hale gelerek verimsizleşme sürecine girmiştir. Bunun başlıca sebepleri arasında “organik maddenin” günden güne azalması gelmektedir. Bu durumda % 1’ler seviyesinin bile altında seyreden toprak organik maddesini arttırmak için kimyasal gübre kullanımı tek başına yeterli olamamakta, “vermicompost, çöp kompostu, termofilik kompost, yeşil gübre, yarasa gübresi vb.” gibi organik gübre takviyesi ile ancak tarımsal üretim sürdürülebilir kılınabilmektedir. Organik gübreler içerisinde ise yıldızı giderek parlayan vermicompost isimli bu değerli organik gübrelerin yeterince tanınması, hem üretiminin ve hem de tarım-peyzaj alanlarında kullanımının yaygınlaştırılması gerekir. Vermikompost teknolojisi olarak adlandırılan bu alanda, bitkisel ve hayvansal atıkların yönetimi kolaylaşmakta ve atık sorun olmaktan çıkarak yeni bir tarımsal girdi olarak değerlendirilebilmektedir.

Vermikompostun yavaş salınımlı (tarımsal üretimi artıran ve besin element kayıplarını azaltan) bir özelliğe sahip olması ve kullanıldığı topraklarda fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik iyileşmeler sağlaması sebebiyle güvenilir organik bir gübredir. Yaygın olarak bilinen faydaları arasında; toprak düzenleyicisi özelliğe sahip olması, yeterli oranda yarıyışlı bitki besin maddelerini içermesi, bazı pestisit ve

bitki hastalıklarını kontrol etmesi, toprak kalitesini yükselterek ürün verimini artırması, çevreci ve uzun vadede kullanıldığında ekonomik bir gübre olması sayılabilir.

Vermikompost, solucanlar tarafından organik materyalin sindirilmesi ile üretilen, bitki büyümesi, toprak ıslahı, bitki sağlığı ve çevreye olan diğer birçok olumlu etkileri normal komposttan daha fazla olduğu rapor edilen bir materyaldir (Fritz ve ark., 2012; Bellitürk ve ark. 2013, Bellitürk ve ark., 2015). Vermikompostlama, organik atıkların biogübrelere solucanlar tarafından dönüştürülmesi olarak da tarif edilmekte olup, bu teknoloji organik katı atık yönetiminde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Manyuchi ve ark., 2013). Organik atıkların vermikomposta dönüştürülmesinde potansiyel olarak en yaygın olarak kullanılan 6 solucan türü sırasıyla; sıcak bölgelerde yaşayan *Eisenia fetida* (*Eisenia andrei* ile benzer tür), *Dendrobaena veneta* ve *Lumbricus rubellus* ile tropik bölgelerde yaşayan *Eudrilus eugeniae*, *Perinoyx excavatus* ve *Perionyx hawayana*'dır. Diğer solucanlar da kullanılabilir fakat bu 6 tür kadar yaygın değildir (Edwards, 2004).

Birçok tarımsal, evsel, endüstriyel ve çiftlik kökenli atıklardan vermikompost üretilmektedir. Bunlar bazen hasat atıkları, bazen budama atıkları olarak, bazen de diğer kaynaklı atıklar olabilmektedir. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarları'nda bu konudaki uzmanlar tarafından gerek proje ve gerekse diğer amaçlarla yapılan/yapılmakta olan çalışmaların sonuçlarına göre vermikompost elde edilen atıklar; zeytin-bağ-ceviz-badem-fındık ağaçları budama atıkları, mısır-buğday-ayçiçeği-çeltik-arpa-yulaf anız atıkları, çeşitli sert kabuklu meyve kabukları, inek-koyun-keçi-at gübreleri, evsel meyve-sebze mutfak atıkları ve öğütülmüş kağıt-talaş atıklarıdır. Bunların dışında gıda fabrikalarına ait birçok yan atık ürünlerin vermikompost yapılabilme olanakları üzerinde çeşitli proje ve ön araştırma çalışmaları yapılması planlanmaktadır. Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan bazı seralarla görüşmeler yapılarak, buralardan elde edilen domates-biber-patlıcan-hıyar gibi sebzelerin hasat sonrası öğütülmüş

atıklarının da vermikompost olarak kullanılabilme olanakları üzerinde ön çalışmalar halen devam etmektedir. Bunlara ilaveten ülkemizin çeşitli yörelerinden temin edilen öğütülmüş fındık-ceviz-yer fıstığı dış kabukları, üzüm fabrikalarından çıkan cibre vs. gibi atıklar, pamuktan iplik üretilen fabrikaların bazı organik atıkları, şeker fabrikalarının şeker pancarı posa atıkları, tütün-çay işleyen fabrikaların bazı organik atıkları, zeytin-ayçiçeği-kanola yağı fabrikalarına ait kabuk-posa gibi materyallerin de bu amaç doğrultusunda kullanılıp kullanılamayacağına dair çalışmalar planlanmaktadır. Ayrıca evsel gıda atıkları (meyve-sebze kabukları, et-kemik bulunmayan yemek atıkları vb.) ile organik bitkisel içerikli hal-pazar atıklarının da vermikompost olarak değerlendirilebilme olanakları düşünülmektedir. Söz konusu bu atıkların vermikompost olarak kullanılıp kullanılamayacağına dair yapılan çalışmalardan elde edilen vermikompost gübreleri, benzer şekilde çeşitli laboratuvar, sera, tarla denemeleri yapılmak suretiyle uygulamaya dönüştürülmekte ve sonuçları bilimsel kıstaslara göre değerlendirilerek çeşitli çalışmalar-bilimsel yayınlar şeklinde tarımsal yayımcılık hizmeti olarak konuya ilgi duyanlarla paylaşılmaktadır. Bu amaca hizmet edecek olan sosyal medya araçları da zaman zaman kullanılmaktadır. Çeşitli organik atıkların kullanılması ile elde edilen vermikompostların bazı analiz değerleri Çizelge 1'de topluca verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, vermikompostun içeriği üzerine en önemli etki eden faktörlerden birisinin solucanlara yedirilen yemin olduğu görülmektedir. Bunun haricinde kullanılan solucanın türü, gübrenin üretildiği ortam şartları ve uzmanlık da diğer önemli faktörler arasındadır. Tek başına sığır gübresinin kullanılması ile elde edilen vermikompostun organik madde değerinin diğerlerinden % 44 ile daha fazla olduğu görülmektedir. Bu da sığır gübrelerinin "vermikompost teknolojisi" yöntemi ile daha da verimli ve değerli olan bu solucan gübrelerine dönüştürülerek kullanılması gerektiğinin bir başka göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gübredeki N, P, K gibi yararlı makro element miktarlarının

Çizelge 1. Sığır gübresi, öğütülmüş kağıt atığı, zeytin budama atığı, % 50 zeytin budama atığı+% 50 sığır gübresi atığından elde edilen 4 çeşit vermikompostun analiz sonuçları.

Kimyasal İçerik	Sığır Gübresi Vermikompostu (Arancon ve Edwards, 2011)	Gıda+Bahçe Atığı Vermikompostu (Lange, 2005)	Kağıt Atıkları Vermikompostu (Bellitürk ve ark., 2015a)	Zeytin Budama Atığı Vermikompost. (Bellitürk ve ark., 2014)	Sığır Gübresi+ Zeytin Budama Atığı Vermikompost. (Bellitürk ve ark., 2014)
N, %	1.90	1.81	1.11	1.80	1.62
P, %	4.70	1.01	0.14	0.23	0.44
K, %	1.40	1.04	0.32	1.74	1.77
B, ppm	58	-	-	64	45
Ca, ppm	23	0.28	26	4.15	3.75
Fe, ppm	3 454	1 440	-	15 451	12 653
Mg, ppm	5 802	2 100	0.33	0.54	0.47
Mn, ppm	160	346	132	586	525
Zn, ppm	516	387	49	70	104
Org. Mad.%	44	30	39	48	48

topraklar için yeterli düzeyde olmasının yanında, özellikle ülkemiz tarım topraklarının birçoğunda yetersiz düzeyde bulunan Zn ve B gibi mikro elementler bakımından da zengin olması dikkate değer bir durumdur.

Organik maddenin yanında özellikle çinko ve bor eksikliği bulunan tarım toprakları için vermikompost gibi organik gübrelerin kullanılmasının yaygınlaştırılması son derece önemlidir. Vermikompostun içerdiği makro ve mikro yararlı elementler bakımından topraklar açısından önemli olduğu kadar, toprak düzenleyicisi olarak da büyük yararlar sağladığının bilinmesi gerekmektedir.

Ülkemizde son yıllarda gerek vermikompostun üretilmesi ve gerekse tarımsal ve peyzaj alanlarında kullanılmasının önemine yönelik birçok akademik çalışma yapılmasına rağmen, bu gübrenin uygulanmasında maalesef yetersizlikler mevcuttur. Gübrenin üretilmesi sürecindeki bürokratik engellerin de kolaylaştırılması ve bu konuda yapılan projelerin desteklenmesi çok önemlidir. Öte yandan, hem organik atıkların geri dönüşüme kazandırılması açısından ve hem de bu gübrenin bilinen birçok faydaları dikkate alındığında bu

tip çalışmaların artması doğal olarak gerekmektedir. Vermikompost tek başına bir organik gübre olmaktan ziyade iyi bir toprak ıslah maddesi ve aynı zamanda kültür bitkilerini hastalıklara dirençli kılma özelliği olan çevreci ve ekonomik bir materyaldir. Atıkların değerlendirilmesi ve geri dönüşüme kazandırılarak tarımsal bir girdi olarak kullanılmasında vermikompost teknolojisi büyük bir öneme sahiptir.

Kaynaklar

- Arancon, N., Edwards, C.A. (2011). The Use of Vermicomposts as Soil Amendments for Production of Field Crops. Vermiculture Technology (Edited by: Clive A. Edwards, Norman Q. Arancon ve Rhonda Sherman). CRC Press, Taylor and Francis Group, Chapter 10: 129-151.
- Bellitürk, K., Aslan, S., Eker, M. (2013). Ekosistem Mühendisleri Diye Adlandırılan Toprak Solucanlarından Elde Edilen Vermikompostun Bitkisel Üretim Açısından Önemi. *Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım*

- Dergisi*, Eylül, İstanbul, Yıl: 29 (340): 84-87.
- Bellitürk, K., Görres, J. H., Turan, H. S., Göçmez, S., Bağdatlı, M. C., Eker, M. ve Aslan, S. (2014). Zeytin Bitki Artıkları-Ahır Gübresi-Kum Karışımı İle Yapılacak Olan Vermikompostun Tarımda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: NKUBAP.00.24.AR.13.15.
- Bellitürk, K., Shrestha, P. ve Görres, J. H. (2015). The Importance of Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soil Using Vermicompost for Sustainable Agriculture. *Rice Journal* 3:2, 6: e114, doi: [10.4172/2375-4338.1000e114](https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000e114)
- Bellitürk, K., Zahmacıoğlu, A., Şerif, E., Top, M. (2015a). Kağıt Atıklarının Vermikompost (Solucan Gübresi) Yapılarak Değerlendirilmesi Projesi. *Trakya Toprak (Verimli Toprakların Dergisi)*, Yıl: 1, Sayı: 3, Sayfa: 21-24, Tekirdağ.
- Edwards, C.A. (2004). *Earthworm Ecology* (2nd Edition). CRC Press. Boca Raton, FL, London, New York, Washington. 448 pp.
- Fritz, J. I., Franke-White, I. H., Haindl, S., Insam, H., Braun, R. (2012). Microbiological Community Analysis of Vermicompost Tea and its Influence on the Growth of Vegetables and Cereals. *Canadian Journal of Microbiology*, 58:836-847.
- Lange, M. G. (2005). A Comparison Analysis of Vermicomposting Strategies in Food Substrates with an Emphasis on Nutrient Values and Reproduction (Research Advisor: Dr. Christopher Baxter and Dr. Ken Killian). Pioneer Undergraduate Research Fellowship, May 27, 2005. pp. 1-15.
- Manyuchi, M. M., Phiri, A., Muredzi, P., Chitambwe, T. (2013). Comparison of Vermicompost and Vermiwash Bio-Fertilizers from Vermicomposting Waste Corn Pulp. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 7 (6): 389-392.
- Sinha, R. K., Herat, S. (2009). (Co-authors: Dalsukh Valani & Kurunal Chauhan) The Concept of Sustainable Agriculture: An Issue of Food Safety and Security for People, Economic Prosperity for the Farmers and Ecological Security for the Nations. *American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci.*, 5 (S): 01-55.



Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Kemal DOĞAN^{1*} Ali SARIOĞLU¹ Necat AĞCA¹

Özet

Bu çalışmanın amacı, zeytinyağı üretimi aşamasında oluşan karasuyun ekolojik yollarla bertaraf edilmesi ile toprakta bazı kimyasal ve biyolojik özelliklere etkisini araştırmaktır. Türkiye’de Ege ve Marmara Bölgelerinde, zeytin üretimi önemli bir tarımsal faaliyettir. Dünya çapında yaklaşık 750 milyon zeytin ağacı bulunmakta olup bunun % 98’i Akdeniz’e yakın bölgelerde bulunmaktadır. En fazla zeytin üretiminin yapıldığı ülkeler, İspanya, İtalya ve Yunanistan olup bu ülkeleri Türkiye takip etmektedir. Zeytin yağı üretimi aşamasında oluşan karasu, toprak ve bitki verimliliğini tehdit eden birçok zararlı madde içermektedir. Bu zararlı maddelerin çevreye verdikleri zararlar ekolojik ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Araştırma sonuçlara göre karasu uygulamaları ile CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, pH, tuz ve organik madde değerleri düşmüştür. Karasu ile birlikte uygulanan diğer organik materyal uygulamalarında ise incelenen parametre değerleri artmıştır.

Anahtar kelimeler: Zeytin karasuyu, toprak mikrobial aktivitesi, biyolojik ıslah

Disposal of Olive Oil Mill Waste Water (OMWW) via Ecological Methods and Effect on Some Soil Properties

Abstract

The purpose of this study, investigate the effect of olive oil mill waste water (OMWW) on some chemical and biological properties of the soil and disposal this water ecological methods. Cultivation of olive is one of the important agricultural product in especially Mediterranean, Aegean and Marmara regions of Turkey. There are about 750 million productive olive trees worldwide whereas 98% of them located in the Mediterranean region. Three major olive oil producers worldwide are Spain, Italy, and Greece, followed by Turkey. Olive Oil Mill Wastewater (OMWW) is one of the waste products of olive oil process that contains different harmful substances for soil and plants. These harmful materials are environmentally not safe, while they cause economic and ecological problems. In this study the effect of OMWW alone and combination with green manure, rhizobium and humic acid on soil microbial activity and some of soil chemical properties evaluated. Results gathered revealed that OMWW was reduced determined microbial activity parameters as soil respiration (CO₂ production), dehydrogenase enzyme activity and pH, salt, organic matter in soil. OMWW and other organic material combine applications are increased all parameter’s values.

Key words: Olive Oil Mill Wastewater, soil microbial activity, bioremediation.

Giriş

Zeytin karasuyu, zeytinyağı üretimi yapan Akdeniz ülkelerinin çoğu için önemli bir çevresel sorundur (Piotrowska et al. 2005). İçerisinde yer alan önemli kirlenici unsurlar nedeniyle bertaraf edilmesi çok zor olan karasuyun zararlı etkilerini azaltmak için genelde uygun toplama havuzlarında, birkaç ay tutulması ve buharlaştırılması yöntemi kullanılmaktadır. Bununla beraber Zeytin karasuyunun arıtımında kullanılan yöntemler,

aerobik arıtma, anaerobik arıtma, aerobik arıtma+Fenton oksidasyonu, kimyasal arıtma, kimyasal+biyolojik arıtma, arazide arıtım, adsorpsiyon, ileri oksidasyon prosesleri, membran prosesler, elektro Fenton+anaerobik arıtma, kompostlaştırma (Rozzi and Malpei, 1996) şeklinde sıralanabilir (Kılıç ve ark. 2009). Karasuyun küttelece %83-96 su, %3,5-15 organikler, %0,5-2 mineral tuzlar, Organik kısım %1,0-8,0 şekerler, %0,5-2,4 azotlu bileşikler, %0,5-1,5 organik asitler, %0,02-1,0

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, HATAY

yağlar, %1,0-1,5 arasında fenol ve pektin içermektedir. Fenoller de düşük moleküler ağırlıklı ya da polimerik yapıda olabilmektedir (Çelik ve ark. 2008; Greco Jr et al. 1999).

Akdeniz Ülkelerinde ortaya çıkan karasuyun temel kimyasal özelliklerinde kirlilik yükü dışında sıvı atığın asidik karakterde ve tuzluluk düzeyini gösteren elektrik geçirgenlik değerinin yüksek olması gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Sıvı atığa koyu renk veren polifenollerin ve tanenlerin bulunması karasuyun fitotoksik ve antimikrobiyal etki göstermesine neden olmaktadır (Oruç 2012; Paredes et al. 1999).). Bu olumsuz özelliklerine rağmen zeytin karasuyu organik bir materyal olup, toksik etkileri azaltılarak, topraklarda önemli bir düzenleyici ve besin kaynağı olarak kullanılabilir. Yapılan bu çalışma ile zeytin karasuyunun toprakta bazı parametreler üzerindeki olumsuz etkileri belirlenirken aynı zamanda, ahır gübresi, humik asit ve rhizobium bakterisi ile birlikte uygulamalarının da incelenen toprak özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu araştırmanın temel amacını oluşturan, karasuyun olumsuz etkisinin azaltılması ve bu organik materyalin ekolojik amaçlar için kullanılmasına yönelik benzer bir araştırma İsrail’de yapılmıştır. İsrail Çevre Bakanlığı tarafından yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, üç yaşındaki bir zeytinlikte sıra aralarına kontrollü bir şekilde uygulanan karasuyun, genel inanın aksine olumsuz bir etkisinin görülmediği, yabancı ot mücadelesinde herbisit gibi davrandığı ve alınan bu pozitif uygulamalar nedeniyle zeytinliklerde başarıyla kullanıldığı belirtilmiştir. (Oruç, 2012; State of Israel Ministry of Environmental Protection, 2009). İsrail’de organik tarım yapılan bir bahçede hektara 36 m³ ve 72 m³ karasu uygulanması sonucunda olumsuz bir etkinin görülmediği ve hassas aküferler dışında karasuyun kontrollü bir şekilde uygulanabileceği belirtilmiştir (Oruç, 2012; Saadi ve ark.,2007).

TÜİK (2016) verilerine göre, Türkiye’de zeytin ağacı varlığımız 2000’li yılların başında 100 milyon adet iken son dönemlerdeki dikimlerin etkisi ile 2013/2014 sezonunda yaklaşık 167 milyon adete yükselmiştir. Son on yılın zeytinyağı üretim ortalaması 155 bin tondur.

Türkiye’deki zeytinyağı fabrikalarından yılda doğaya 150 bin ton zeytin karasuyu verildiği tahmin edilmektedir. 1 m³ zeytin karasuyu, 200 m³ evsel atık suya bu da 1333 kişinin atık suyuna denk gelmektedir. Hatay’da zeytinyağı işletmelerinin yıllık prına atık miktarının 70.000-75.000 ton aralığında olduğu tahmin edilmektedir. Hatay’da zeytin işletmeleri en çok Altınözü, Antakya ve Hassa ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Sanayi sicil belgeli 71, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü verilerine göre 85 işletme mevcuttur. Tesislerin toplam işleme kapasiteleri yaklaşık 22.000 tondur. Her yıl zeytinyağı üretim zamanında birçok Akdeniz Bölgesinde olduğu gibi Hatay Bölgesinde de önemli zeytin atık suyu sorunu yaşanmaktadır. Karasuyun toprağa ve sulara karışması ile çevre kirlenmekte ve kötü kokular oluşmaktadır.

Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre, karasuyun zararlı etkileri, birlikte uygulanan ve ekolojik açıdan herhangi bir sorun içermeyen diğer organik materyallerle daha az zararlı ya da yararlı bir hale dönüştürülebilmektedir. Ekolojik açıdan büyük bir sorun olarak görülen karasu bazı organik uygulamalarla alternatif bir gübre haline dönüştürülerek değerlendirilebilir (Doğan ve ark., 2016)

Mateyal ve Metot

Bu araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi kampüs alanından alınan topraklarda inkübatör denemesi olarak yürütülmüştür. Hatay’ın önemli bir çevresel sorunu olan zeytin karasuyunun ekolojik yollarla bertaraf edilmesini hedefleyen bu çalışmada, karasu (K: 200 g toprak/10 ml) ile birlikte, ahır gübresi (A:2 ton/da), rhizobium bakterisi (B:4*10⁹ bakteri/200 g toprak) ve humik+fulvik asit (H: 5 lt/da) kullanılmıştır. Deneme öncesi bazı toprak özellikleri belirlenmiş ve pH 1/5 (toprak/su) sulandırma yöntemi ile 8.5, EC 0.121 µS/cm, kireç %17, organik madde %1.15, tekstür sınıfı ise killi tın olarak belirlenmiştir. Deneme toprakları 200 g/kap olacak şekilde 3 tekerrürlü hazırlanmıştır. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Laboratuvarlarında kurulan inkübatör denemesi 100 gün devam etmiş ve 100. Gün sonunda deneme sonlandırılmış ve topraklar analize alınmıştır.

Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Denemeler sonucunda topraklarda pH ve EC (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), Organik madde (Schlichting ve Blume, 1966) , toprak solunumu (CO₂ üretimi) (Isermayer, 1952) ve dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) (Thalman, 1956) analizleri yapılmıştır. Sonuçlar mstat-C istatistik programı ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak ve çevre açısından büyük bir kirlilik sorununa neden olan ve karasu olarak bilinen zeytinyağı atık suyunun bertaraf edilmesine yönelik bu araştırmaya ait değerler ve istatistiksel sonuçlar Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir. Çizelge değerlerine göre her parametre kendi içerisinde $p<0.05$ hassasiyetinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Karasuyun ekolojik olarak bertaraf edilmesi yanında toprakta pH (1/5 sulandırma), EC ($\mu\text{S/cm}$) ve organik madde (%) gibi kimyasal özelliklerle birlikte toprak solunumu (CO₂) (mg C/100g kt. 24 sa), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) ($\mu\text{g TPF/10 g kt.}$) gibi biyolojik özelliklere etkilerinin de yer aldığı Çizelge 2’ye göre; karasu uygulamalarının toprak pH’sı, tuz ve

organik madde içeriğine etkilerinin önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Karasu uygulamalarının toprak mikrobiyal aktivitelerinden CO₂ üretimi ve DHA’ya etkilerinin görüldüğü Çizelge 2’ye göre karasu CO₂ aktivitesini ve DHA’yı önemli ($p<0.05$) derecede azaltmıştır. İstatistiksel çizelgelerdeki diğer kombinasyonlara ait sonuçlar ilgili alt başlıklar altında verilmiştir.

pH (1/5)

Karasu uygulamaların toprak pH’sı üzerindeki etkileri önemli derecede azalmalara neden olurken diğer uygulamaların toprak pH’sı üzerine etkileri genellikle benzer sonuçlar vermiştir. En düşük pH değeri 6.96 olarak karasu uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Diğer uygulama topraklarında pH değerleri 8.41-8.68 aralığında değişimler göstermiştir (Şekil 1).

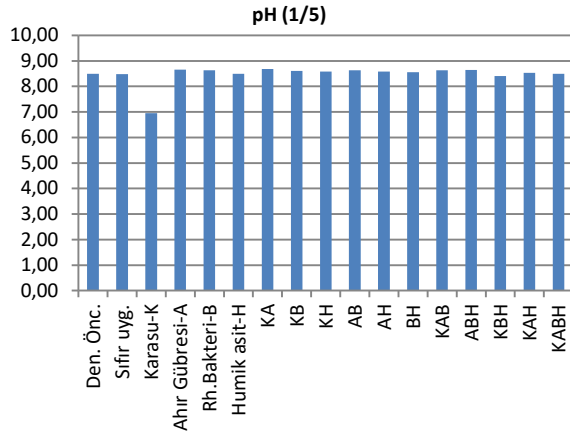
Tuz (EC, $\mu\text{S/cm}$)

Araştırmada yer alan uygulamaların toprak tuzluluğuna (EC) etkileri Şekil 2’de verilmiştir. Sonuçlara göre karasu uygulaması yapılmış toprakların EC değeri 126 $\mu\text{S/cm}$, deneme öncesi toprak değeri 121 $\mu\text{S/cm}$, ahır gübresi

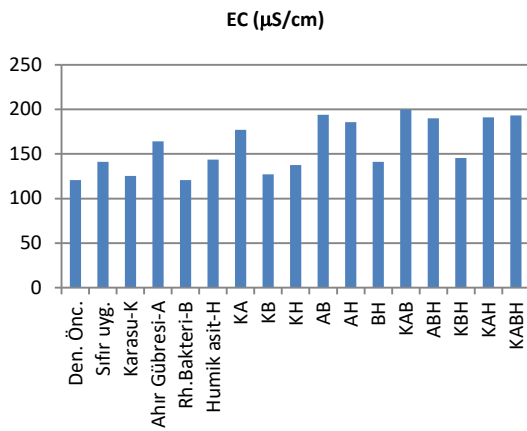
Çizelge 1. Karasu ve bazı organik materyal uygulamalarının toprakta pH (1/5), EC ($\mu\text{S/cm}$) ve organik madde (%)’ye etkileri

Uygulamalar	pH (1/5)		Tuz ($\mu\text{S/cm}$)		OM (%)
Den. Önc.	8,50	A	121	D	1,45 F
Sıfır uyg.	8,49	A	141	CD	1,48 F
Karasu-K	6,96	B	126	D	2,04 B-D
Ahır Gübresi-A	8,66	A	164	BC	2,06 B-D
Rh.Bakteri-B	8,63	A	121	D	1,44 F
Humik asit-H	8,49	A	144	CD	1,94 B-E
KA	8,68	A	177	AB	2,22 AB
KB	8,60	A	127	D	2,20 AB
KH	8,59	A	138	CD	1,96 B-E
AB	8,64	A	194	AB	2,15 A-C
AH	8,58	A	186	AB	2,06 A-D
BH	8,56	A	141	CD	1,75 C-F
KAB	8,63	A	200	A	1,72 D-F
ABH	8,64	A	190	AB	1,94 B-E
KBH	8,41	A	146	CD	1,63 EF
KAH	8,53	A	191	AB	1,65 EF
KABH	8,50	A	193	AB	2,44 A

uygulanmış topraklarda 164 $\mu\text{S}/\text{cm}$, AB topraklarında 194 $\mu\text{S}/\text{cm}$, KAB topraklarında ise 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Karasu ve diğer uygulamalar toprak tuzluluğunda bazı farklılıklara neden olmuş ve bu farklılıklar istatistiksel ($p<0.05$) olarak önemli bulunmuştur.



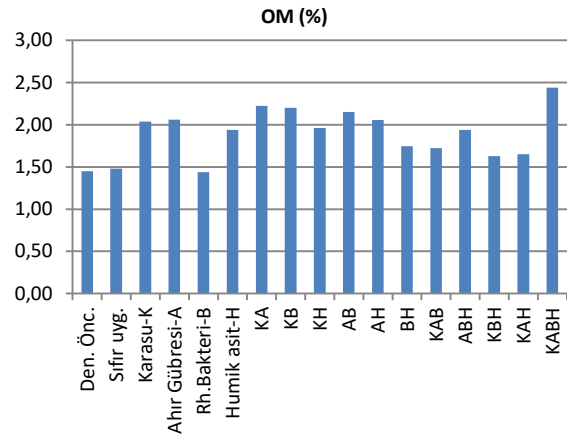
Şekil 1. Uygulamaların pH'ya etkileri.



Şekil 2. Uygulamaların toprak tuzluluğuna (EC) etkileri.

Organik Madde

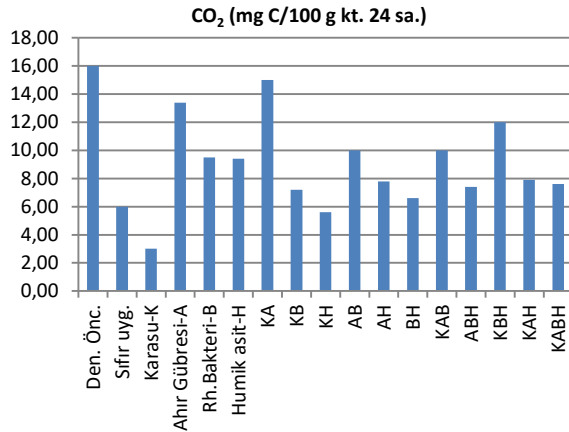
Karasu uygulamalarını toprak organik madde içeriğine etkilerinin yer aldığı Şekil 3'e göre; en düşük değer % 1,44 olarak Bakteri uygulanmış topraklarda belirlenmiş, en yüksek değerler ise KABH, KB ve KH topraklarında sırasıyla % 2,44, % 2,22 ve % 2,20 olarak belirlenmiştir. Uygulamaların neden olduğu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 3. Uygulamaların toprak organik madde içeriğine etkileri.

Toprak Solunumu (CO_2)

Toprakta biyolojik aktivitenin önemli bir göstergesi olan CO_2 üretim sonuçları karasu ve diğer kombine uygulamalardan önemli derecede etkilenmiştir. Uygulamaların bu parametre üzerindeki etkilerinin görüldüğü Şekil 4'e göre; en düşük CO_2 değerleri karasu uygulaması yapılmış topraklarda (K) 3 mg C/100g kt.24 sa. olarak belirlenmiştir. Bununla beraber ahır gübresi ile birlikte uygulanan karasu (KA) topraklarında ise CO_2 değeri 15 mg C/100g kt. 24 sa. olarak bulunmuş olup bu değer tüm uygulamalardaki en yüksek sonuç olmuştur. Ahır gübresi uygulanmış topraklarda (A) bu parametre değeri 13.40 mg C/100g kt. 24 sa. olarak belirlenirken, KAB ve KBH uygulanmış topraklarda belirlenen CO_2 değerleri sırasıyla 10 ve 12 mg C/100g kt. 24 sa. olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre; karasu uygulamalarının CO_2 üretimi üzerindeki negatif etkileri, diğer uygulamalarla azalmış ve biyolojik aktivite önemli derecede artışlar göstermiştir.

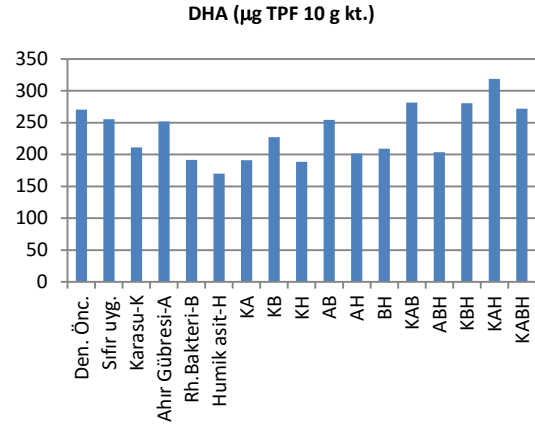


Şekil 4. Uygulamaların toprak solunumuna (CO₂) etkileri.

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA)

Karasu ve bazı ekolojik uygulamaların toprakta dehidrogenaz enzim aktivitesine etkileri Şekil 5'te verilmiştir. Sonuçlara göre karasu uygulaması yapılmış topraklarda (K) tespit edilen DHA değeri 211 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenirken; diğer uygulamalardan bazıları bu değerlerin altında kalmış, bazıları ise daha yüksek sonuçlar vermiştir. B, H, KA, KH, AH, BH ve ABH uygulamalarında belirlenen DHA sonuçları, karasu uygulaması yapılan topraklardan (K) daha düşük sonuçlar verirken bu değerler sırasıyla 191, 170, 191, 189, 202, 209, 204 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. Deneme öncesi, sıfır uygulama (kontrol) ile birlikte, A, KB, AB, KAB, KBH, KAH ve KABH topraklarında belirlenen DHA değerleri karasu uygulanmış topraklardan (K) daha yüksek sonuçlar vermiş olup, bu değerler sırasıyla 271, 255, 252, 227, 254, 282, 281, 318, 272 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. En yüksek DHA değeri karasu+ahır gübresi+humik+fulvik asit (KAH) uygulanan topraklarda 318 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, Francesco ve Alessandra (1998) karasuyun toprağa uygulanmasının toprak organik maddesine etkisi araştırmış ve çalışmalarında kullanılan karasuda toplam organik madde miktarı % 50, Toplam ekstrakte Karbon % 48 ve Humik+ Fulvik asitler % 21 dolayında verilmiştir. Sonuçlara göre, araştırmacılar terminolojik bir açıklamanın gerektiğini

belirterek karasuda humik bileşiklerin olmadığını, sadece toprak humik maddelerinin tayininde kullanılan metotla, karasuda da humik ve fulvik asit olarak tanımlanabilecek bileşiklerin bulunabileceğini vurgulamışlardır.



Şekil 5. Uygulamaların dehidrogenaz enzim aktivitesine (DHA) etkileri.

Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, topraklara uygulanan karasu, özellikle toprak biyolojik aktivitesini negatif yönde etkilemiştir. Karasu uygulanmış toprakların pH'sı daha düşük değerler vermiş olup toprak EC değerleri ise karasu uygulanmış topraklarda daha düşük bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, karasuyun, incelenen parametreler üzerindeki olası olumsuz ve zararlı etkileri görülmüş olup, karasu ile birlikte uygulanan bazı organik ve biyolojik materyaller sayesinde karasuyun olumsuz etkileri azaltılmış ve bazı parametrelerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan bazı karasu ile ilgili ekolojik araştırmalarla benzer sonuçların elde edildiği bu araştırmanın sonuçlarına göre; uygun organik materyallerle karıştırılarak elde edilen karasu karışımı, topraklar için önemli bir organik madde kaynağı olabilir. Bertaraf edilmesi bazı zorluklar içeren karasuyun toprak düzenleyicisi olarak büyük öneme sahip olan organik maddece zengin olduğunu ve litrede 1,8 g. dolayında potasyum ve ayrıca daha az düzeylerde de olsa azot, fosfor, kalsiyum, demir ve magnezyum içerdiğini ve bu özelliklerinden dolayı bitki beslenmesi açısından önemli

olabileceği bazı araştırma sonuçlarında rapor edilmiştir (Oruç 2012; Piotrowska et al. 2005).

Kaynaklar

Çelik, G., Seven, Ü., Güçer, Ş., 2008. Zeytin karasuyunun değerlendirilmesi., I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 17-18 Mayıs 2008 / Edremit-Balıkesir. S, 162-167.

Doğan, K., Sarioğlu, A., Coşkan, A., 2016. Effect Of Olive Mill Wastewater (Omw) Apply With Green Manure, Rhizobium And Humic+Fulvic Acid On Some Microbial Activity in Soil. The International Conference of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Agriculture for Life, Life for Agriculture. June 9 - 11, Bucharest, Romania.

Greco Jr G, Toscano G, Cioffi M, Gianfreda L, Sannino F. 1999. Dephenolisation of olive mill waste waters by olive husk. Water Research, 33: 3046–3050.

Kılıç, M.Y., Gonca k., Kestioğlu K., 2009. Kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma yöntemleri ile zeytin karasuyunun arıtımına yönelik bir envanter Çalışması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, s. 183-198.

Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sa'nchez-Monedero, M.A., Bernel, M.P. 1999. Characterization of olive mill wastewaters (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. Bioresource Technology 67, 111–115.

Piotrowska, A., Iamarino, G., Antonietta Rao, M., Gianfreda, L. 2005. Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil. Soil Biology & Biochemistry 38 (2006) 600–610.

Rozzi, A., Malpei, F. 1996. Treatment and disposal of olive mill effluents. International Biodeterioration and Biodegradation 38, 135–144.

Saadi, İ., Laor, Y., Raviv, M., and Medina, S., 2007, Land Spreading of Olive Mill Wastewater: Effects on Soil Microbial Activity And Potential Phytotoxicity, Chemosphere Volume 66, Issue 1, January 2007, Pages 75-83.

Schlichting, E., and H.-P. Blume, 1966. Methods of Soil Analysis (in German), 209 pp., Parey, Hamburg, Germany.

State of Israel Ministry of Environmental Protection, Olive Mill Wastewater, 2009, http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp?enPage=e_BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=olive_mill&enZone=olive_mill (Erişim tarihi: 01.07. 2016)

TÜİK, 2016. <https://cse.google.com/cse?q=zeytincilik&cx=15200851248949254112%3Aaug18judny&ie=ISO-8859-3&lang=tr#gsc.tab=0&gsc.q=Zeytincilik&gsc.page=1> (Erişim tarihi: 01.07.2016).

US Salinity Laboratory. 1954. Diagnoses and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60. USDA.



Gübreleme Programlarına Yeni Bir Bakış: Yeni paradigmalarla, Neden Fark Yaratmak Zorundayız?

Burçin ÇOKUYSAL¹

Özet

Tarımsal üretim, bilim dünyasında kabul gören ilk bilimsel ve teknolojik devrim olarak kabul edilir. Son yüzyıldır, bilim ve teknolojiye bağlı olarak 1980'lerin başına kadar geçen dönemde *Yoğun Üretim Paradigmasının* geçerli olduğu kabul edilir. Bugünkü üretim sistemlerine ise; *Sürdürülebilir Üretim Paradigmasının* hakim olduğu görülür. Ancak görünen o ki, yakın gelecekte *Gıda Sistemleri Paradigmasına* geçileceği öngörülmektedir.

Çalışma; tarımsal üretimde yeni bakış açısını üç önemli noktaya çevirmeyi hedeflemektedir. Bunlardan ilki stres koşullarının ve faktörlerinin yönetimi, diğeri besin elementlerinin etkinliğini arttırabilmek için gübre kullanım yönetiminde yeni yaklaşımlar sonuncusu ise yeni preparatlar ve yeni kaynakların değerlendirilmesi şeklinde sıralanabilir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal Üretim Paradigmaları, Sürdürülebilirlik, Entegre Bitki Besin Maddesi Yönetimi

New Perspectives On Fertilization Programs. Why We Should Make A Difference With New Paradigms?

Abstract

Agricultural production is regarded as the first scientific and technologic revolution, which is well accepted in the science world. Throughout the last century, it has been recognized *the Intensive production paradigm* till the early of 1980s depending on the developments in the science and technology world. It is seen that the present production systems dominate *the Sustainable production paradigm*. Yet, it would seem that it is foreseen to transfer to *the Food system paradigm* in the near future.

The study aims that new perspective puts forward the three important points in the agricultural production. The first one is the management of stress conditions and factors, the other one is the new approaches to increase the activity of food elements in the management of fertilizer usage and the last one is the consideration of new preparates and new sources.

Key words: Agricultural Production Paradigms, Sustainability, Integrated Nutrient Management

Giriş

Tarımsal üretim, günümüzden 10.000-12.000 yıl önce insanların yerleşik hayata geçişi ile başlar. Bu aynı zamanda bilim dünyasında kabul gören ilk bilimsel ve teknolojik devrim olarak kabul edilir. Zaman içinde yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar bugün bilinen doğruları ifade etmeyeabilir. Ancak varılan sonuçların yeni bilimsel sonuçlara ulaşabilmek için bir veri tabanı hazırlar ve yeni bilgiler paradigma değişimlerine sebep olur.

Tarımsal üretimde sosyal, ekonomik ve çevre açısından ortaya konan olumsuzluklarla birlikte,

sahip olduğumuz tüm bilimsel ve teknolojik imkânlarla rağmen bugün kimyasal gübre kullanımı kaçınılmaz görünmektedir. Bu da bizi gübreleme programlarını yeniden gözden geçirmeye ve yeni bir bakış açısı ile tekrar değerlendirmeye yönlendirmektedir.

Hazırlanan çalışma; bu yeni bakış açısını üç önemli noktaya çevirmeyi hedeflemektedir. Bunlardan ilki stres koşullarının ve faktörlerinin yönetimi, diğeri besin elementlerinin etkinliğini arttırabilmek için gübre kullanım yönetiminde yeni yaklaşımlar, sonuncusu ise yeni preparatlar

⁽¹⁾ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Bornova-İzmir

ve yeni kaynakların değerlendirilmesi şeklinde sıralanabilir.

Yapılacak uygulamalarda fark yaratmak da üç bakımdan önemlidir. İlki; çevreye duyarlı uygulamalarla sağlıklı gıda üretimi, ikincisi öğreticilere yeni bakış açılarını öğretmek, onların farklı bakış açılarının sorgulayabilmelerini sağlamak yani etkileyecekleri etkilemek, üçüncüsü ise yeni yaklaşımları paylaşarak, paylaşacakları aydınlatmak bakımından önemlidir.

Hazırlanan bu çalışma, cep telefonları uygulamalarından değişik modelleme sistemlerine kadar değişen perspektifte gübreleme programlarının yönetimini, gübre materyallerini yeni bir bakış açısıyla değerlendirirken ortaya konan yeni paradigmayı ve olası sonuçlarını irdelemeyi hedeflemektedir.

İlk Bilimsel ve Teknolojik Devrim

Tarımsal üretiminin; toprağa dökülen yumru ve tohumların yeni bitkiler oluşturmalarını fark etmeleri ve yerleşik düzene geçmeleri ile başladığı düşünülmektedir. Bilim tarihinde kabul gören önemli bir yaklaşım da, tarımın insanlık tarihinde belirsiz ve uzun bir süreç olan neolitik dönemde, gerçekleşen ilk bilimsel ve teknolojik devrim olmasıdır (Conan, 1983; Türkcan, 2009). Tarımın ilk bilimsel ve teknolojik devrim olarak kabul görmesinin esas nedeni; insanları üretim nedeniyle yerleşik hayata geçmeye mecbur bırakması, böylelikle ilk mülkiyet ve hukuk kurallarının ortaya çıkmasına neden olması, üretimin yapılabilmesi için gökyüzü ve iklim gözlemleri yapmaya başlamaları, paylaşım ve satış için matematiksel bilginin, inşaat, sulama kanalları, alet ve makineler için teknik ve malzeme bilgisinin gelişmeye başlaması sayılabilir.

Üretimde yapılan işlemlerin gerekliliğinin nedenlerini sorgulayarak elde edilen bilgi birikimi zaman içinde yapılan çalışmalarla sürekli olarak artmıştır. Oluşturulan bilgi birikimini insan zihninde saklanabilme kapasitesini aşınca bilginin depolanabilmesi için yazıya dökülmesini de zorunlu kılmıştır. Yazılı bilginin nesiller sonraya aktarılabilmesi de; üretimle ilgili teknik bilginin, günden güne ve koşullara uygun olarak değiştirilmesine

neden olarak tarımsal üretim kültürü ve paradigmasını oluşturmuştur.

Tarımsal üretim tarihi incelenirken; zaman içinde ifade edilen düşünce, görüş ve çalışmaların sonuçları bugün bildiğimiz gerçekleri ifade etmeyebilir ancak yapılan hatalar yeni bilimsel sonuçlara ulaşmaya yardımcı olur.

İnsanlık tarihi ile başlayan gelişmelerin son 50 yılında; yoğun üretim modellerinin olumsuzlukları, organik ve topraksız tarım sistemleri, yeni üretim teknolojilerin tarımsal üretimde kullanılması ile önceki üretim modellerine benzemeyen yeni bir paradigma ile bizi baş başa bırakmıştır.

Tarımsal Üretim Paradigmaları

Paradigma kavramı; ilk kez 1962 yılında *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* adlı eserinde Khun (1962) tarafından kullanılmıştır. Khun'un tanımıyla; bir bilim çevresinde, belli bir süre içerisinde bir model sağlayan yani örnek sorular ve çözümler temin eden evrensel olarak kabul edilmiş bilimsel başarılar olarak nitelendirilmiştir.

Avcılık ve toplayıcılıkla yaşamların sürdürüldüğü dönemde doğal sınırlar; yaşanılan yerin arazi ve iklim koşullarına bağlı olarak nüfus artışı/gıda stok oranına göre oluşmuştur. Bu oran yaşanılan çevrenin taşıma kapasitesini de ifade eder ki; aşıldığında ya nüfus azalır ya da başka bir paradigma doğar. Doğan ilk paradigma da; yerleşik hayata geçerek tarımsal üretime başlamaktır.

Zaman içinde; XVII yüzyılın "bilim devrimi" ile XVIII yüzyılın "sanayi devrimi" olarak gelişmesinin ardından, tarımda çalışan nüfus fabrikalara yöneltilirken, hayvan beslemenin güclüğü nedeniyle gübre yetersizliği ve toprak verimliliğinin azalması sorunlarını da ortaya çıkarmıştır. Daha da önemlisi mevcut tarımsal üretimin artan nüfusu beslemesi imkânsız hale gelince daha fazla gıda üretimi için mevcut paradigmanın da değiştirilmesi zorunlu hale geldi. Üretimi yapılan tohumlarda ıslah çalışmalarının olumlu sonuçları, makineleşme, kimyasal gübrelerin üretimde kullanılmaya başlanması, tarımsal ilaçların kullanılması, üretimi yapılan ürünlerin depolanması, paketlenmesi veya işlenmesinde yaşanan

gelişmelerin de katkısı ile 1980'lerin başına kadar gelen dönemde "yoğun üretim paradigması"nın hakim olduğu gözlenir.

Yoğun üretim ile kıtlığı engellemede ciddi çözümler üretilmiş ancak, bu dönemde dünya nüfusu yaklaşık 4 milyarlık bir artış göstermiş, yani üretim fazlası nüfus artışını da birlikte getirmiştir. Ayrıca 1950-2000 yılları arasında traktör sayısı ve fosil yakıt kullanımı 4 kat, kimyasal gübre kullanımı 10 kat, pestisit kullanımının 32 kat artması ile ekolojik dengeyi bozacak çevresel sorunlar baş göstermiştir. Genetik çalışmalarda alınan büyük mesafeler olsa da, riskleri nedeniyle genetiği değiştirilmiş organizmaların dünya genelinde sorgulanmasına sebep olmuştur. Böylece bugün hakim olan modelimiz; yüksek verim ve kaliteli ürün alırken doğal kaynakların, çevrenin ve sürdürülebilir üretimin korunduğu "sürdürülebilir üretim paradigması" olarak şekillenmiştir (Welch ve Graham, 1999; Byerlee ve ark., 2008; FAO, 2007).

Artan nüfus beslenirken tarımsal ürünlerin içeriklerinin sağlıklı olması ve çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması düşüncesi yakın gelecekte yeniden tarımsal üretim modelinin değişmesine neden olacak gibi görünmektedir. Verimli üretim, sürdürülebilir çevre ile birlikte sağlıklı gıda üretiminin ön plana çıktığı "gıda sistemleri paradigması" yakın geleceğin hakim görüşü olacağı tahmin edilmektedir (Welch ve Graham, 1999; Kassam ve Friedrich, 2012; FAO, 2011).

Dünyanın bilinen en uzun süreli çok yıllık çakılı gübre denemeleri; ilk 1800'lü yıllarda İngiltere Rothamsted'de (Rothamsted Research, 2012), ardından Almanya'da Julius Kühn üretim alanında (Merbach ve Deubel, 2007), ve Danimarka'da Askov Araştırma İstasyonundakilerle (Christensen ve ark., 2008) başlamıştır. İngiltere'de 11, Danimarka'da 3, Fransa'da 2, Almanya'da 2, Ukrayna'da 2 ve Amerika'da 5 olmak üzere toplam 25 deneme 100 yıldan fazla sürdürülmüştür (Debreczeni ve Körschens, 2010). Ardından yapılan çok yıllık gübre denemelerinde de (Norton ve ark., 2010; Zhang ve Wang, 2005;) görülmüştür ki; elde edilen ürünün %50'den fazlası ilave edilen gübrelerden gelmektedir.

Artan dünya nüfusunun beslenmesi amacıyla ortaya konan sürdürülebilir üretim modellerinde; gübreleme programları bugün hala vazgeçilmez durumdadır. Gübre üretiminde dışa bağımlı olmamız, artan gübre ve mazot fiyatları ile sulama maliyetlerini neden göstererek bu girdileri kullanmadan üretim modeli geliştirmek de olası değildir.

Bu nedenle de, gübrelemeye yeni bir bakış açısı ile bakmaya ve fark yaratmaya ihtiyacımız var.

Gübreleme Programlarına Yeni Bakış

Gübreleme programlarına yeni bir bakış ile yaklaşımdan önce mevcut bakış açımızın öncelikle gözden geçirilmesi daha doğru olacaktır. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin gübreleme programları ile temininde; toprak ve bitki analizlerine bağlı bitkinin tahminlenen verimine göre kaldırılan besin elementlerinin ilave edilmesi bugün kabul gören yaklaşımdır. Bu yaklaşım bitki besleme ve gübreleme (McKenzie, 1998; Kacar ve Katkat, 1999, 2007; Knox ve ark., 2002; Barker ve Pilbeam, 2007, Çokuysal, 2015) literatüründe detaylı olarak açıklanmış olsa da ülkemizde yapılan uygulamalara bakıldığında, pratikte hiç öyle olmadığı görülecektir. Örneğin; ülkemizde, ana faaliyeti gübre üretimi olan ve katı gübre satış pazar payının büyük kısmına sahip birkaç firmanın internet siteleri veya broşürleri incelendiğinde gübre önerilerinde çok ciddi farklar olduğu görülecektir. Kuşkusuz çevre ve üretim faktörleri dikkate alınarak gübreleme programlarında farklar olması kaçınılmazdır ancak buğday örneğinde olduğu gibi bir firma gübreleme rehberinde hiç Potasyumlu gübre önermezken, diğer büyük bir firma gübreleme Rehberinde temel gübre olarak Potasyumlu gübre önerisinde bulunmaktadır. Bazı bitkilerde öneriler arasındaki fark 2 katına ulaşmaktadır. İhtiyaç duyulan besin elementlerinin verilme zamanında da benzer sıkıntılar göze çarpmaktadır. Örneğin; bağcılıkta bitkinin ihtiyaç duyduğu toplam N ve K'un %30'unun hasattan sonra bitki tarafından alındığı meyve ağaçlarında da durumun pek farklı olmadığı (Hart ve ark., 1997; Teubes, 2001, Kafkafi ve Tarchitzky, 2001; Wojcik, 2006; Çokuysal, Cheng, 2010; Holzapfel ve Smith, 2011; 2016,

Yara, 2016, Wilton, 2016) uzun zamandır literatürde yer almasına karşın ülkemizde henüz gübreleme programlarında böyle bir uygulama yer almamaktadır. Bu uygulama ile yaprak dökümünden önce depo edilen besin elementlerinin bir sonraki dönemde bitki beslenme için strese girmediğinden gözlerin homojen açılmasında etkili olduğu vurgulanmaktadır (Holzapfel ve Smith, 2011).

Ayrıca özellikle meyve ağaçlarında yıllık sürgünlerin uzama miktarına göre de gübre önerilerini düzenleme yapmak gübreleme programlarının hassasiyetini arttırmaktadır (Hart ve ark., 1997; Çokuysal 2016).

Büyük emeklerle yürütülen, survey çalışmalarından elde edilen yaprak analiz sonuçların da sadece besin element noksanlıklarının tespiti için değil, tahmini veriminin belirlenmesinde kullanılabilir bir parametre olduğu göz önünde tutulmalıdır (Alva ve ark. 2006, Hammami ve ark., 2010). Ayrıca yapraktaki besin element miktarlarına göre yapılan korelasyon matrisi ile örneğin turunçgillerde meyve suyu kalitesi, Çözünebilir madde miktarı, asitlik, Vitamin C, kabukta buruşma, çatlama, meyvede ağırlık, dökülme, yarılma gibi parametreler hassasiyetle tahminlenebilmektedir (Haifa, 2016). Bu parametrenin kullanımı ile gübreleme programlarının etkinliğinin artırılabilirliği de göz önünde tutulmalıdır.

Gübreleme programlarında başarı sonuçları alabilmek için aşağıda özetlenen üç önemli noktanın göz önünde tutulması önemli görünmektedir.

a. Stres Koşullarının ve Faktörlerinin Yönetimi

Stres terimi; Selye'nin (1936) Nature dergisinde yayınladığı makalesinde "bireyin çeşitli çevresel, duygusal ve fizyolojik olaylar karşısında gösterdiği tepki" olarak tanımlanmasının ardından bugün tüm canlıları etkileyen adeta çağın hastalığı olarak nitelenebilir. Bitkilerin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen çevresel koşullardan; patojenler, zararlılar ve diğer organizmalarla rekabet biyotik stres faktörleri olarak tanımlanırken, ısı, su, tuz, manyetik alanlar, radyasyon, kimyasallar, ses, elektrik,

herbisitler, insektisitler, basınç ve yaralanma gibi etkenler de abiyotik stres faktörleri olarak sayılabilir (Bray ve ark., 2000, Oerke, 2006; Çokuysal, 2016).

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar; biyotik stres faktörlerinin etkisi ile optimum verimden buğdayda %28.2, çeltikte %37.2, % mısırdan 31.2, patatesten %40.3, soyada %26.3, pamukta da %28.8 ürün kaybı olduğunu göstermektedir. Abiyotik stres faktörlerinin etkisi ile de optimum verimden buğdayda %82.1, mısırdan %65.8, patatesten %54.1, soyada da %69.3 ürün kaybı olduğunu göstermektedir. Verim üzerine, bu ölçüde etkin olan stres koşullarının ve faktörlerinin etkin yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bu faktörlerin yönetimi iki yaklaşımla mümkün görünmektedir.

İlki; genetik çalışmalarla stres faktörlerine dayanıklı çeşitler elde etmektir. Yakın zamana kadar üretim yapılacak toprak koşulları ve gübreleme programları en iyi verim için hazırlanıp organize edilirken, yeni yaklaşımda genetik çalışmalarla çeşitler çevre ve toprak koşullarına en iyi uygun hale getirilmeye çalışılmaktadır. Yüksek maliyetli, teknik bilgi gerektiren ve teknolojik yatırım gerektiren bu yaklaşım kimi riskler de içermektedir.

İkinci yaklaşım ise eski gibi görünmekle birlikte, genetik modifikasyonların riskleri, yoğun gübreleme programlarının çevreye yaratabileceği olumsuzluklar nedeniyle yeniden ele alınan ve klasik yöntemlerin değiştirilmiş hali olarak görünmektedir. Örneğin klasik yöntemde verim ve kalite için "su kullanım etkinliğine" bağlı olarak çeşit seçimi yapılırken; yeni yaklaşımda; su stresi koşullarında "su kullanım etkinliğine" göre değil "suyu etkin kullanan" çeşitlerin seçimi ön plana çıkmıştır (Blum, 2009).

Wang ve ark. (2013) bitkinin stres koşullarına tolerans mekanizmasında kritik etkinliğe sahip olduğunu ifade ettikleri makalelerinde; toprakta mevcut K'un alınabilirliğinin de yeniden çalışılarak, Potasyumun gübreleme programlarına dahil edilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır.

World Watch Institute (WWI) ve Nourishing Planet (2011)'in birlikte yaptıkları çalışmada dikim sıklığı, derinliği, sulama sistemlerinin ve rejimlerinin değiştirilmesi, mikro dozlarda

gübre uygulamaları, bitkisel üretimin hayvansal üretimle entegrasyonu ile stres koşulları ve faktörlerinin yönetiminde başarı kaydedilebileceğini Afrika’da uygulanan örnekleri ile açıklamıştır.

FAO (2015) ise, dünya toprak yılı çerçevesinde yaptığı yayında; etkili eğitim ve yayım politikaları ile toprağın organik madde içeriğini artırıcı önlemlerle, toprak yüzeyinin bitkilendirilip korunarak, malçlamanın teşviki, yağışların depolanabilmesi, rotasyonun teşviki, bitki besin maddelerinin akıllıca kullanımı ve erozyonun azaltılması ile verimde tahmini artışın %58 olacağını ifade etmiştir.

b. Besin Elementlerinin Etkinliği Arttırabilmek İçin Gübre Kullanım Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar

Yeni yaklaşım; gübreleme programları ve üretim planlaması hazırlanırken, bitkinin tahmini verimle kaldıracağı miktardan, topraktaki mevcut miktarın çıkarılması esasına dayanan klasik temel yaklaşımın yeni paradigma içerisinde değişik faktörler göz önüne alınarak yeniden değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu faktörler özetle; **üretimi yapılacak ürün** (üretim miktarı ve ürün kalitesi), **çevresel etkiler** (biyoçeşitliliğin kaybı, toprak kalitesinin kaybı, su kirliliği riski, karbon salımı/tutulumu), **doğal kaynaklar** (iklim, toprak kalitesi, su, bitki ve hayvan gen kaynakları, hastalık ve zararlılarla mücadele yöntemleri), **hane halkı yapısı** (emeğin kullanılabilirliği, arazilerin büyüklük ve kullanılabilirliği, tüketim ihtiyaçları, bilgi durumu, gıda tercihleri, çiftlik dışı gelirler, risk alma istekleri), **politik ve ekonomik çevre koşulları** (girdi-çıktı fiyatları, girdi ve çıktıların pazarı, kredi-faiz oranları, toprak kullanım mevzuatı, yayım servisleri, teknoloji geliştirme çalışmaları, politik kararlılık) bağlı olarak **üretici kararları** (ne üretilecek, ne kadar arazi kullanılacak, ne zaman üretilecek, hangi teknoloji nasıl üretilecek) şeklinde sıralanabilir. Görüleceği üzere tüm bu faktörler yönetimler-eğitim kurumları-araştırma kurumları-sivil toplum kuruluşları ve üreticilerin entegrasyonunu gerektirmektedir.

“Entegre besin maddesi yönetimi”, “Entegre toprak verimliliği yönetimi” gibi kavramlarla

karşımıza çıkan bu yeni yaklaşımlar mümkün olduğu kadar çok yukarıda sayılan faktörün etkinliğini göz önüne almayı hedeflemekte ve konu üzerinde oldukça fazla yayın üretilmektedir (FAO, 1995; Gruhn, 2000; Das ve ark., 2015). Temel olarak değerlendirildiğinde; kullanılacak gübreler ve yapılacak kültürel işlemler için araçların seçiminde kesin cevaplar olmadığı yöreye ve yöredeki üretim araçlarına göre özel programların hazırlanması gerekliliği olduğu görülmektedir.

Yayınlar toplu olarak incelendiğinde en uygun yaklaşımın hangisi olduğu konusunun tartışmanın odağında olduğu görülmektedir. Düşük girdili yaklaşımları savunanlar ile yüksek girdili yaklaşımları savunanlar arasında büyük bir fark olmakla birlikte birleştikleri nokta, gübreleme programları hazırlanmasında ve üretim planlamasında; sabit, standart ve kesin bir pozisyon almaktan kaçınan esnek bir yaklaşıma sahip olduklarıdır. Farklı üreticilerin yörelerine ve kaynaklarına özel farklı çözümlere ihtiyaçları olduklarını noktasında sosyo-ekonomik yapıya göre üretimi şekillendirir.

International Crop Research Institute (ICRISAT,) kural ve yarı kurak bölgeler için dikim sırasında veya çimlenmeden 3-4 hafta sonra üst gübre olarak düşük dozda gübre uygulamasını mikrodaz olarak tarif etmiştir. Bu hassas uygulama geleneksel temel gübre uygulamasına temel oluşturmakla birlikte yetiştirilmek istenen tohumlar hedef alındığı için gübre maliyetini düşürmeye yardımcı olmaktadır. Gerçekten de, mikrodazlarda gübre uygulaması ICRISAT’ın Mali, Burkina Faso, Niger’de 25.000 den fazla küçük üretici ile yaptığı darı üretim denemesinde; verimde %44-%120 arasında değişen artış sağladığı rapor edilmektedir (World Watch Institute, 2011).

İlk kez, American Society of Agronomy’nin Crops and Soils dergisinin Mart-Nisan 2009 sayısında “Gübrelerinizle İlgili Hak ve Sorumluluklarınız Bilin” isimli makalede iyi tarım uygulamalarında yapılacak gübre uygulamaları için 4R (4 Right) olarak adlandırılan yaklaşım üzerine odaklanmıştı (Bruulsema, 2009). Makale serisini ilginç kılan özellik Uluslar arası Bitki Besleme Enstitüsü

bilimsel editörlüğünde üniversite ve sanayi işbirliği içinde yazılmış olmasıydı. Gübre kullanımında; doğru kaynak, doğru miktar/oran, doğru zaman, doğru yer olarak tercüme edilebilen bu yaklaşım gübre kullanımında tarım sanayinin tüm paydaşları için sürdürülebilir geleceği sağlamayı hedeflerken üretim ve kârlılığı arttırmak içinde ortak bir birlikteliği sağlamaya çalışmaktadır.

Bu yaklaşımı farklı kılan, gübrelemede “neyin doğru olacağına kim karar verecek?” sorusunu da sormaktadır. Beklenen olası cevaplar; üreticiler, araştırmacılar, uzmanlar, yayımcılar, gübre üreticileri, bayiler olabilir. Kuşkusuz tüm bu sayılanlar, kendi bakış açıları ile değişik cevaplar üretebilirler ancak 4R ile sürdürülebilir gübreleme programlarının dayandığı temel; tüm bu paydaşları kapsayan ve bu kapsam içerisine çevreyi de dahil eden bütünlüklü bir üretim sistemi performansıdır. Bu nedenle buradaki “doğru” kavramı hem etik hem de bilimsel bir anlam içermektedir. Bu yaklaşımla yapılan öneriler tüm paydaşlar için hem çevresel, hem sosyal hem de ekonomik bir değer ortaya koyacak niteliktedir.

c. Yeni Preparatlar ve Yeni Kaynakların Kullanılması

Sürdürülebilir gübreleme ve üretim modellerinde ortaya konan sonuçlardan biri de, özellikle de besin maddesi kullanım etkinliği üzerine yapılan tarla denemelerinden elde edilen sonuçların, üretici ölçeğinde ya da çiftçi koşullarına uymamaktadır. Sulama, sürüm, hastalık ve zararlı kontrolü, hasat gibi kültürel işlemlerin değişimine bağlı olarak değişim gözlenmektedir. Besin maddesi kullanım etkinliğinin üretici koşullarında, genellikle tarla denemelerinden daha düşük sonuçlar verdiği yönündedir (Cassman, 2002, Roberts, 2008).

Bu sonuç çevre, sürdürülebilirlik ve sağlıklı gıda üretimi için, önerilecek gübre miktarının artırılması yerine yetiştirme ortamında daha uzun süre kalabilen yavaş salınımlı gübreleri, organomineral gübreleri, stres koşullarına adaptasyonu kolaylaştıran ve gübre kullanım etkinliğini arttırabilen biyostimülantları, etkili kök bölgesinde besin maddelerinin alınımı kolaylaştıran kimi organik bileşikler, klasik gübre materyalleri yerine ürün etkili

formülasyonları, kaplamalı üre formları, değişik şelatlama materyallerini ve hedefe odaklanan nano partiküllü gübre materyallerini gündeme getirmektedir. Kuşkusuz bu yeni preparatların benzerleri ya da sahteleri ticari kaygılarla üretilmekle birlikte, konu yurt dışında üzerine çok fazla yatırım yapılan araştırılmaya ve geliştirilmeye açık bir alandır.

Hızla gelişen teknoloji, tarımsal üretim paydaşlarına bu yeni materyallerle birlikte gübreleme programlarını kolaylaştıracak yeni kaynaklar da sunmaktadır. Bugün akıllı cep telefonlarında ücretsiz olarak kullanılabilecek çeşitli bitkilerin verime göre kaldırdığı besin maddesi miktarlarını, damla sulama sistemlerinde gübre ve ilaç oranlarını, mineral gübre önerilerini, besin maddesi noksanlıklarını, dengeli gübre karışımlarını, traktörün hızı ve uygulama mesafesine göre püskürtme başlıklarının açıklıklarını, tüm bunların ekonomik analizlerini veren uygulamalar mevcuttur. Ticari olmadığı için burada örnek verilebilecek Wisconsin Üniversitesinin mısır için özel cep telefonu uygulaması, Gübre Üreticileri Birliğinin farklı ürünler için gübreleme programı hazırlayan uygulamaları kolaylıkla indirilerek kullanılabilmektedir.

Neden Fark Yaratmaya İhtiyacımız Var?

Yapılacak uygulamalarda fark yaratmak da üç bakımdan önemlidir. İlki; çevreye duyarlı uygulamalarla sağlıklı gıda üretimidir. Bu aynı zamanda yakın gelecekte tarımda değişeceği öngörülen paradigma ile uyumlu bir yaklaşımdır.

İkincisi, öğreticilere yeni bakış açılarını öğretmek, onların farklı bakış açılarının sorgulayabilmelerini sağlamak açısından önemlidir. Böylelikle üretilen bilimsel bilginin üreticiye kadar ulaşmasının sağlanması konusunda etkili olunabilir. Ayrıca önce kendimizi ardından öğrencilerimizi, teknik personeli ve özel sektörü de yeni yaklaşımlarla tanıştırdığımız ölçüde üretimi etkileyebileceğimizden dolayı fark yaratmaya ihtiyacımız vardır.

Üçüncüsü ise yeni yaklaşımları paylaşılarak, son paylaşacakları yani üreticileri aydınlatmak bakımından önemlidir.

Özetle; öğrencilere öğretmek, etkileyecekleri etkilemek ve bilgiyi paylaşarak, paylaşacakları aydınlatmak için fark yaratmak zorundayız.

Kaynaklar

- Alva, A.K., Paramasivam, S., Obreza, T.A., Schumann, A.W. *Nitrogen Best Management Practice for Citrus Trees. Fruit Yield, Quality and Leaf Nutritional Status*. Scientia Horticulturae. Vol.107. 2006
- Barker, A. V., Pilbeam, D. J. *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor and Francis Group., 2007.
- Blum, A. *Effective use of water (EUW) and not ro Water-use Efficiency is the Target of Crop Yield Improvement Under Drought Stress*. Field Crop Research. Vol.112. 2000.
- Bray E.A., Bailey-Serres, J., E. Weretilnyk. *Responses to Abiotic Stresses*. In: Buchanan B., Gruissem W., Jones R., editors. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists; Rockville, MD, USA. 2000.
- Bruulsema, T. *Know Your Fertilizer Rights*. Soils&Crops. March-April 2009.
- Byerlee, D., Janvry , A., Sadoulet, E. *Agriculture for Development: Toward a New Paradigm*. Annual Review of Reseource Economics. Vol.1:15-3.
- Cassman, K. G., Doberman, A., Walters, D.T. *Agroecosystems, Nitrogen Use Efficiency and Nitrogen Management*. Ambio. 31. 2002
- Cheng L. *When and How much Nitrogen Should be Applied in Apple Orchards?* New York fruit Quarterly. Vol. 18(4). 2010.
- Christensen, B., Petersen, J., Schact, M. *Long-term Field experiments- A Unique Research Platform*. Proceeding of NJF Seminar 407. Danimarka, 2008.
- Conan, A. R. *Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi*. TÜBİTAK Yayınları, Ankara, 2005.
- Çokuysal, B. *Toprak Bitki ve Su Analizlerine Dayalı Gübreleme Programlarının Hazırlanması*. Fen Bilimleri Ens. Yl. Ders Notları, İzmir, 2016.
- Çokuysal, B. *Bitkilerde Stres Tepkileri ve Gübreleme*. Valagro Eğitim Seminerleri, Isparta. 2016.
- Das, D., Dwivedi, B. S., Meena, M. C. *Iterated Nutrient Management for Improving Soil Health and Crop Productivity*. Indian J. Fert., Vol.11(4). 2015.
- Debreczeni, K., Körshens, M. *Long Term field experiment of The World*. Archives of Agronomy and Soil Science. 2010
- FAO. *Integrated plant nutrition system*. FAO Fertiliser and Plant Nutrition Bulletin No. 12. Rome. 426 pp. 1995
- FAO. *Save and Grow. A Policymaker's Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production*. 2011 ISBN 978-92-5-106871-7.
- FAO. *The State of Food and Agriculture. Paying Farmers for Environment Services*. Rome: FAO, 2007.
- FAO. *International Years of Soil. Soils store and filter water - Improving food security and our resilience to floods and droughts* <http://www.fao.org/soils-2015/en/> . 2015.
- Gruhn, P., F. Goletti, M. Yudelma. *Integrated nutrient management, soil fertility and sustainable agriculture: current issues and future challenges, IFRPI 2020 Vision Brief*. 2000.
- Gübretaş, Gübreleme Rehberi. 2012.
- Hammami, A., Rezgui, S., Hellali, R. *Leaf N and K Concentrations for Optimum Fruit Production, Quality and Biomass Tree Growth in Clementine Mandarin Under Mediterranean Climate*. Journal of Horticulture and Forestry. Vol.2 (7). 2010.
- Haifa. *Nutritional Recommendation for citrus*. <http://www.haifa-group.com/files/Guides/Citrus.pdf>
- Haifa Group., Erişim tarihi 2016.
- Hart, J., Righetti, T., Stevens, B., Stebbins, B., Lombart, P., Burkhart, D., Buskirk, P. Pears. *Fertilizer Guide*. Oregon State University, USA. 1997.
- Holzapfel, B., Smith, J. *The Inportance of Post-Harvest Vineyard Management and Restoration of Grapevine Carbohydrate and Mineral Nutrient Resources in The Riverina*. Post Harvest Vineyard Management. Grape and Wine Research and development Corporation. 2011

- Kacar, B., Katkat, V. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Vipaş A.Ş. Bursa, 1999.
- Kacar, B., Katkat, V., Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım. 2007.
- Kafkafi, U., Tarchitzky, J. *Fertigation: A tool for Efficient Fertilizer and Water Management*. Int. Fertilizer Industry Association, Intç Potash Institue, Paris. ISBN 978-2-9523139-8-8. 2011
- Kassam, A., Friedrich, T. *Conservation Agriculture in the 21 Centry: A Paradigm of Sustainable Agriculture*. European Congress on Conservative Agriculture, 2010, Madrid.
- Kassam, A., Friedrich, T. *An Ecologically Sustainable Approach to Agricultural Production Intensification: Global Perspectives and Developments*. Field Actions Science Report. Special Issue 6. 2012 Institut Veoli Environment.
- Knox, G., Broschat, T., Black, R. *Fertilizer Recommendations for Landscape Plants*. Institute of Food and Agricultural Sciences, USA 2002.
- Kuhn, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- McKenzie, R. *Crop Nutrition and Fertilizer Requirements*. Soil Fertility/Crop Nutrition, Agriculture, Food And Rural Development. 1998.
- Merbach, W., Deubel A. *The Long Term Fertilization Trails in Halle, Germany*. Teubner Research. Almanya. ISBN 978-3-8350-4000-7. 2007. Montpellier Panel, 2013. *A New Sustainable Intensification: A New Paradigm For African Agriculture*. Imperial Colloge London.
- Oerke E.C. *Crop losses to pests*. J. Agri. Sci. 2006;144:31–43.
- Roberts, L. T. *Improving Nutrient Use Efficiency*. Turkish Journal of Agricultur and Forestry. Vol.38. 2008.
- Tuebes, A. *Nutrient Requirements for Grapevines*. College of Agrçcultural anr Environment Sciences, USA, 2001.
- Türkcan, E. *Dünya’da ve Türkiye’de Bilim Teknoloji ve Politika*. Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2009.
- Toros Tarım. *Gübreleme Rehberi (Çolakoğlu ve Çiçekli)*. 2015.
- Norton, R. Perris, R., Armstrong, R. *Learning From Long-termExperiments-WhatDo They Teach Us*. Better Crops, Vol.94, No.2., 2010.
- Rothamsted Research, 2012. *Long Term Experiments, Guide to the Classical and Other Long-term Experiments Dataset and Sample Archive*. Rothamsted Research, İngiltere, ISBN 0 9514456 9 3
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., Guo, S. *The Critical role of Potassium in Plant Stresss Response*. International Journal of Molecular Sciences. Vol.14(4). 2013.
- Wilton, J. *Postharvest Orchard Management*. Agfirts, New Zeland. <http://apal.org.au/post-harvest-orchard-management/> , 2016
- Wojcik, P. *Effect of Postharvest Sprays of Boron and Urea on Yiled and Fruit Quality of Apple Trees*. Journal of Plant Nutrition Vol.29. Is.3. 2006.
- World Bank. *World Development Report 2008: Agriculture for Development*. USA.
- World Watch Institute (WWI), *Nourishing the Planet*. State of the World 2011: Innovations that Nourish the Planet <http://blogs.worldwatch.org/nourishingtheplanet/research/state-of-the-world-2011-2/>
- Yara, *Crop Nutrition, Apple Nutritional Summary*. <http://www.yara.us/agriculture/crops/apple/key-facts/nutritional-summary/>
- Zhang, Q., Wang, G. *Studies on Nutrient Uptake of Rice and Characteristics of Soil Microorganisms in a Long-term Fertilization Experiments for Irrigated Rice*. Journal of Zhejiang Uni. Science, 6B(2): 147-154., 2005.



Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

İlker SÖNMEZ¹ Hüseyin KALKAN² Halil DEMİR³ Recep KÜLCÜ⁴
Mustafa KAPLAN¹ Osman YALDIZ⁵

Özet

Ülkemizde tarımsal alanlarda iklimsel özellikler ve ürün çeşitliliğine bağlı olarak büyük miktarlarda organik atıklar oluşmaktadır. Bu atıklar genel anlamda herhangi bir sistemli değerlendirmeye tabii değildir. Tarımsal atıkların tarım alanlarına yeniden kazandırılmasının amaçlandığı bu çalışmada; sera bitki atıkları (SBA), kullanılmış kokopit (KK) ve atık mantar kompostu (MK) farklı oranlarda karıştırılarak kompostlanmış ve 2 farklı yetiştirme dönemi(sonbahar-ilkbahar) boyunca kompostların toprak özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Kompost uygulamalarıyla toprakların makro ve mikro besin içeriklerinde kontrole göre önemli artışlar belirlenmiş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. %80SBA+%10KK+%10AMK uygulaması bazı parametrelerde diğerlerine göre daha yüksek değerlerin elde edilmesini sağlamıştır. Tarımsal atıkların kompostlanarak toprağa yeniden kazandırılmalarıyla toprakların besin kapsamının ve bazı parametrelerinin iyileştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sera bitki atıkları, kullanılmış kokopit, atık mantar kompostu,

The Effects of Composts Obtained from Greenhouse Wastes, Used Cocopeat Wastes and Spent Mushroom Compost on Soil Nutrient Contents

Abstract

In Turkey, it consists of a large amount of organic waste depending on the climatic conditions and product diversity in the agricultural areas. These wastes are not subject to any systematic assessment in general. In this study that the organic wastes are reused in agricultural areas; greenhouse plant wastes (GPW), used cocopeat (UC) and spent mushroom compost (SMC) were composted by mixing different ratios and the effects of composts on soil properties were evaluated in two growth season. The nutrient contents of soils increased with compost applications compare to control and these increases were found to be statistically significant. %80GPW+%10UC+%10SMC application has enabled the achievement of higher values for some parameters than others. As a result of reintegration into the soil as compost for agricultural waste, soil nutrient contents and some parameters were improved.

Keywords: Greenhouse plant wastes, used cocopeat, spent mushroom compost,

Giriş

Tarımsal atıklar artan nüfus artışıyla birlikte dünyada ve ülkemizde hızla artış göstererek artış dikkat çekmeye başlamıştır. İklimsel özellikler ve coğrafyadaki değişkenliklerle birlikte tarımsal atıkların çeşitlilikleri de belirginleşmiştir. Farklı iklimsel özelliklere

sahip ülkemiz koşullarında bölgelere göre farklı organik atıklar oluşmaktadır ve bu atıklar genellikle hayvancılıkta değerlendirilmeye çalışılmakta, önemli bir kısmı da gelişigüzel olarak atılmakta veya kurutularak yakılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde farklı organik atık değerlendirme sistemleri kullanılmasına

⁽¹⁾ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

⁽²⁾ Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Antalya

⁽³⁾ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

⁽⁴⁾ Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Mak. ve Tekn. Müh. Bölümü, Isparta

⁽⁵⁾ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Mak. ve Tekn. Müh. Bölümü, Antalya

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

rağmen ülkemizde hala organik atıkların etkili bir şekilde değerlendirildiği sistemler yeterince gelişmemiş ve kullanıma geçememiştir.

Türkiye’de tarımsal üretimin gerçekleştirildiği Akdeniz Bölgesinde ortaya çıkan bazı tarımsal üretim artıkları; sera sebze artıkları, kesme çiçek artıkları, çim artıkları, topraksız yetiştiricilikte kullanılan kokopitler, bahçe budama artıkları, atık mantar kompostları, muz plantasyon artıkları vb.dir. Ülkemiz tarımsal üretiminde yaş sebze üretimi büyük oranda örtüaltı yetiştiricilikle sağlanmaktadır. Türkiye’de örtüaltı yetiştiricilik yapılan alan 59.961 ha’a ulaşmıştır. Toplam sera varlığının %60’ı Antalya ili sınırları içerisinde. Mevcut sera varlığımızın %96’sında sebze üretimi yapılmaktadır. Toplam sera üretiminin %64’ü domates, %21’i hıyar, %9’u biber ve %4’ü de patlıcandan oluşmaktadır (TÜİK, 2013). Bu kadar alanda yapılan üretimler sonucunda ciddi miktarlarda tarımsal atıklar oluşmaktadır. Sönmez ve ark.(2002) tarafından yapılan çalışmada sadece domates seralarından yılda Antalya-Kumluca’da yaklaşık 57.500 ton, Antalya ilinde ise 330.625 ton bitki atığının çevreye gelişigüzel atıldığı ve yakılarak yok edildiği belirtilmektedir.

Topraksız yetiştiricilik yapılan alanlarda kullanılan organik kökenli materyaller de son yıllarda bu tekniğin artış göstermesiyle önemli bir potansiyel haline gelmiştir. Genellikle Kokopit adı verilen Hindistan cevizi lifleri ve torflar en yaygın materyaller olmakla birlikte kokopitler daha çok tercih edilen ortamlardır. Seralarda 2-3 yıl kullanıldıktan sonra atılan bu atıklar da değerlendirilmeye ihtiyaç duyulan atıklar kategorisine girmeye başlamıştır.

Atık mantar kompostu, mantar üretiminin gerçekleştirildiği ortam olan kompostun üretim sonunda atılmasıyla oluşan organik atıktır. Her mantar üretim dönemi sonunda kompostun yenisiyle değiştirilmesi sonucu ciddi miktarlarda atık kompost ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan atık kompostun az bir kısmı değerlendirilmekte, geri kalanı ise gelişigüzel olarak atılmaktadır. Türkiye’de mantar kompostu üretiminin yaklaşık olarak 250.000-300.000 ton olduğu tahmin edilmektedir ve bu

kompostun büyük bir kısmı tarım alanlarına gelişigüzel olarak atılmaktadır (Sönmez, 2009). Atıkların miktarlarının her geçen gün artmasından dolayı gelecek yıllarda ciddi çevresel sorunların oluşması muhtemel görünmektedir. Organik atıkların farklı şekillerde değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır ve bu yöntemler genellikle kompostlama, piroliz, biyogaz, yakma vb şeklinde sıralanabilmektedir. Topraklara organik madde sağlaması bakımından en iyi değerlendirme yöntemi olan kompostlama ile geri kazanım sağlanarak organik gübre elde edilebilmektedir. Kompostlama, organik atıkların oksijenli (aerob) şartlar altında mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak toprak düzenleyici ve gübre değeri olan organik bir ürün elde edilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır (Diaz vd. 1993; Külcü ve Yaldız, 2004). Mikrobiyal ayrışma için kompostlaşmada optimum C/N oranı 30/1, optimum nem içeriği % 30-60 arasında ve pH’ da 6,5-7,5 arasında olması gerekmektedir (Erdin, 2015).

Türkiye topraklarının organik madde içerikleri genellikle çok fakir olup, % 2’den daha düşük düzeyde organik madde içeren topraklarımızın oranı % 69 gibi yüksek bir düzeydedir (Ülgen ve Yurtsever, 1988). İklim koşulları da dikkate alındığında organik madde de artış sağlamak pek mümkün görünmemektedir. Ayrıca artan nüfus ile artan gıda ihtiyacı nedeniyle topraklara aşırı yüklemeler olmakta ve tarım toprakları yorulmaktadır. Toprakların organik madde eksikliği sadece organik gübre uygulamaları ile takviye edilebilmekte ve bu da ciddi ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle atık organik materyallerin kompostlanarak topraklara uygulanmaları toprakların organik madde içeriklerinin artırılmasında önemli rol oynayacaktır.

Materyal ve Yöntem

Kompostlama işlemi silindirik 127 lt hacmindeki PVC reaktörlerde gerçekleştirilmiştir. Kompostlaştırma işleminde kullanılan reaktörler, silindirik formda ve 127 lt hacminde plastik malzemeden imal edilmiştir. Reaktörlerin izolasyonunda 50

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

mm kalınlığında cam yünü kullanılmıştır. Reaktörlerin tabanından 50 mm yükseklikte yerleştirilen tel ızgara altından hava kanalı yardımıyla havalandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Reaktörler için gerekli hava debileri ayarlanabilir radyal fanlar tarafından sağlanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Laboratuvar tipi kompostlaştırma sistemi

Kontrollü koşullar altında sera bitki atıkları (SBA), kullanılmış kokopit (KK) ve atık mantar kompostu (MK) farklı oranları karıştırılarak kompostlanmıştır. Tarımsal atıklar Çizelge 1’de görüldüğü üzere 5 farklı oranda karıştırılarak kompostlanmış ve kompostlama işleminden

Çizelge 1. Kompostlamada kullanılan organik materyallerin karışım oranları

Karışım	SBA %	KK %	AMK %
R1	80	10	10
R2	70	20	10
R3	60	30	10
R4	50	40	10
R5	55	40	5

sonra 1 ay süre ile olgunlaşmaya bırakılmışlardır.

Kompostlama sonucunda elde edilen kompostlar saksılara 1 ton ha⁻¹ olacak şekilde ilave edilmiş ve sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde etkileri belirlenmeye çalışılmıştır (Çizelge 2). Kontrol uygulamasında herhangi bir organik madde uygulaması yapılmamıştır.

Tüm saksılara düşük düzeyde kimyasal gübreleme yapılmıştır. Saksı denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve 4 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Deneme

sonunda alınan toprak örneklerinde toprak örneklerinin pH’ları Jackson’a göre 1/2.5 toprak/su karışımında (Jackson, 1967), elektriksel iletkenlik satürasyon çamurunda (Anonim, 1988), organik madde modifiye Walkey-Black metoduna göre (Black, 1965) belirlenmiştir. Toprak örneklerinin Toplam N içerikleri modifiye Kjeldahl metoduna göre (Black, 1957), alınabilir P, Olsen metoduna göre (Olsen, 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg analizleri 1 N Amonyum Asetat (pH=7) metoduna göre (Kacar, 1972) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmıştır.

Deneme sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi MINITAB ve SAS paket programları kullanılarak yapılmış, ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile araştırılmış ve farklı grupların harflendirilmesinde % 5 önemlilik düzeyi esas alınmıştır

Bulgular ve Tartışma

Toprakların pH, EC ve organik madde düzeyleri kontrole göre her iki yetiştirme döneminde de istatistiksel olarak önemli bulunurken, özellikle ikinci dönemde EC ve organik madde miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

Sera Bitki Atıkları+Kullanılmış Kokopit+Atık Mantar Kompostu’ndan elde edilen kompostların deneme topraklarının pH içerikleri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuş kontrol haricinde tüm uygulamalar en yüksek pH değerlerine sahip olarak bulunmuşlardır. Kompost uygulamalarıyla toprakların pH değerlerinde artışlar gözlenmiştir. En düşük uygulamalar hiçbir organik uygulama yapılmayan kontrol topraklarından elde edilmiştir. Kompostların pH değerlerindeki artışa materyallerin ve bu materyallerden elde edilen kompostların yüksek pH değerlerinin sebep olduğu düşünülmektedir.

Özellikle mantar kompostu üretiminde kireç uygulaması ile kompost pH’sının arttığı bilinmektedir. Ayrıca Kellog (1952)’a tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprakların pH değerleri hafif alkali olarak belirlenmiştir. Uygulamaların toprakların EC değerleri üzerine olan etkileri

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 2. Kompostların kimyasal analiz sonuçları

Uygulama	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu
	%					mg kg ⁻¹			
R1	1.65	1.77	1.63	0.53	3.97	5505	3394	928	281
R2	1.60	1.90	1.70	0.59	4.41	6313	2227	909	293
R3	1.50	1.69	1.58	0.53	3.97	5603	2890	817	258
R4	1.34	1.49	1.55	0.43	3.44	4588	3342	680	214
R5	1.092	1.41	1.47	0.37	3.28	3944	4212	596	195

değerlendirildiğinde 1. dönemde en yüksek değer R2 uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir. 2. dönemde ise uygulamalar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuş, 1. dönemden ikinci döneme doğru tüm uygulamalarda EC değerlerinde artışlar saptanmıştır. Bunun nedeninin organik ve kimyasal uygulamalarla tuz içeriğinde artış olması şeklinde tahmin edilmektedir. Alagöz vd. (2006) çöp kompostu uygulamasının

sınıfına girdikleri ve bitki gelişimini olumsuz etkilemedikleri görülmektedir. Toprakların organik madde içeriklerindeki değişimler bakımından yapılan değerlendirmede ise 1. dönemde uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve R2 uygulaması en yüksek değer elde edildiği uygulama olurken en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kompost uygulamaları ile toprakların organik madde içeriklerinde artışlar gözlenmiştir. 2. dönemde

Çizelge 3. Kompostların Farklı Yetiştirme Dönemlerinde Toprakların pH, EC ve Organik Madde İçerikleri Üzerine Olan Etkileri¹

Uygulama	pH		EC dS/m		Organik Madde %	
	1.Dönem	2.Dönem	1.Dönem	2.Dönem	1.Dönem	2.Dönem
R1	7.57a ²	7.70a ²	0.34ab ²	0.46 ²	1.54ab ²	1.48 ²
R2	7.78a	7.61a	0.38a	0.43	1.72a	1.43
R3	7.66a	7.68a	0.34ab	0.42	1.01bc	0.96
R4	7.69a	7.69a	0.33ab	0.41	1.25abc	1.26
R5	7.59a	7.71a	0.31b	0.42	1.22abc	1.20
Kontrol	7.21b	7.22b	0.25c	0,35	0.86c	0.91
Önemlilik	**	*	*	ö.d.	*	ö.d.

¹⁾ Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

²⁾ Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 0.5 düzeyinde önemli **: % 0.1 düzeyinde önemli ö.d: Önemli Değil

toprağın EC değerini kontrole göre önemli oranda artırdığını bildirmiştir. Ayrıca Soil Survey Staff (1952) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprak örneklerinin tuzsuz

ise uygulamalar arasında farklılık gözlenmemiş, ancak 1. yetiştiricilik döneminde 2. döneme kıyasla daha yüksek organik madde içeriği belirlenmiştir. Alagöz vd. (2006) organik

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

materyal ilaveleriyle toprak organik maddesinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yılmaz ve Alagöz (2010) organik gübre uygulamalarıyla deneme toprağının organik madde içeriğinde artış sağlandığını bildirmişlerdir. Sönmez ve Kaplan (2010) tarafından kompostların toprak

içerikleri üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde; Ca ve Mg hariç diğer elementler üzerine uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Toprakların toplam azot içeriklerinde 1. dönemde en yüksek değer R3 (%0.122)

Çizelge 4. Kompostların Farklı Yetiştirme Dönemlerinde Toprakların N, P, K, Ca ve Mg İçerikleri Üzerine Olan Etkileri¹

Uygulamalar	N (%)		P (mg kg ⁻¹)		K (me 100g ⁻¹)		Ca (me 100g ⁻¹)		Mg (me 100g ⁻¹)	
Dönem	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
R1	0.098abc ²	0.126a ²	54.6a ²	42.4a ²	0.32ab ²	0.28b ²	4.56a ²	4.46 ²	5.76 ²	5.72 ²
R2	0.113ab	0.116a	50.7a	34.9ab	0.33a	0.28b	3.80b	3.84	5.61	5.45
R3	0.122a	0.095b	32.9b	31.3b	0.31bc	0.30a	3.88b	4.20	5.62	5.63
R4	0.098	0.095b	27.2b	30.3b	0.30c	0.28b	3.72b	4.31	5.58	5.59
R5	0.092bc	0.097b	27.1b	32.3b	0.30c	0.29ab	3.40b	4.18	5.53	5.61
Kontrol	0.077c	0.058c	16.8b	19.5c	0.27d	0.26c	3.51b	4.40	5.68	5.36
Önemlilik	*	***	*	***	*	**	*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

¹⁾ Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

²⁾ Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$, Ö.D: Önemli değil.

üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada toprağa organik madde ilavesinin toprak organik madde içeriğinde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Toprağa organik gübre ilavesi, bitkilerde fazla toprak üstü kısımları oluşturarak toprağa ilave edilen organik madde miktarını artırır (Akalan 1987, Haynes ve Naidu 1998). Thun vd (1955) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre tüm uygulama topraklarının humusça fakir sınıfına girdiği belirlenmiştir. Organik madde değerlerinin genel olarak düşük olmasının temel nedeni çalışmada kullanılan deneme toprağının çok düşük organik madde içeriğine sahip olmasıdır. Özellikle organik kompost uygulamalarının etkilerinin daha açık olarak ortaya çıkması için bu özellikte bir toprak tercih edilmiştir.

Tarımsal atıklardan elde edilen kompostların toprakların makro besin elementi içerikleri üzerine olan etkileri Çizelge 4'de yer almaktadır. Sera Bitki Atıkları+Kullanılmış Kokopit+Atık Mantar Kompostu'ndan elde edilen kompostların farklı yetiştirme dönemlerinde toprakların N, P, K, Ca ve Mg

uygulamasından elde edilirken 2. dönemde ise R1 (% 0.126) ve R2 (% 0.116) uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir. Her iki yetiştirme döneminde de toplam azot bakımından en düşük değerler kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Organik gübre uygulamalarıyla toprakların azot içeriklerinde önemli oranda artışlar oluşmaktadır (Alagöz vd.,2006; Okur vd.2008). Toprak örneklerinin toplam N değerleri Loue (1968) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre genel olarak 1. ve 2. yetiştiricilik dönemlerinde orta ve iyi sınıflarına girmektedir. Toprakların alınabilir fosfor içerikleri bakımından 1. dönemde en yüksek değerler R1 (54,6 mg kg⁻¹) ve R2 (50,7 mg kg⁻¹) uygulamaları iken 2. dönemde en yüksek değer R1 (42,4 mg kg⁻¹) uygulaması olarak belirlenmiştir. Alınabilir fosfor içerikleri bakımından her iki dönemde de kontrol uygulamaları en düşük değerlere sahip olmuştur. Morlat ve Chaussod (2008) organik uygulamalarla toprak fosfor ve potasyum içeriğinin artırıldığını bildirmişlerdir. Toprak örneklerinin alınabilir P değerleri Olsen ve

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

Sommers (1982) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre her 2 yetiştiricilik döneminde de yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Toprakların değişebilir potasyum içerikleri bakımından 1. dönemde R2 (0.33 me 100g⁻¹) uygulaması, 2. dönemde ise R3 (0.30 me 100g⁻¹) uygulaması en yüksek değerleri sağlarken, en düşük değerler her iki yetiştiricilik döneminde de kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Toprakların değişebilir potasyum içerikleri Pizer (1967) tarafından yapılan sınıflandırma göre her iki yetiştiricilik döneminde de düşük olarak belirlenmiştir. Toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri bakımından 1. dönemde R1 (14.56 me 100g⁻¹) uygulaması en yüksek değeri sağlarken diğer uygulamalar eşit düzeyde etkiye sahip bulunmuşlardır. Değişebilir kalsiyum bakımından 2. dönemde uygulamalar arasında farklılık gözlenmemiştir. Toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri Loue (1968) tarafından yapılan sınıflandırma göre her iki yetiştiricilik döneminde de orta ve iyi olarak belirlenmiştir. Değişebilir magnezyum bakımından her iki yetiştirme döneminde de uygulamalar arasında farklılıklar gözlenmemiş ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Toprakların değişebilir magnezyum içerikleri Loue (1968) tarafından yapılan sınıflandırma göre her iki yetiştiricilik döneminde de iyi olarak belirlenmiştir.

Sera Bitki Atıkları+Kullanılmış Kokopit+Atık Mantar Kompostu'ndan elde edilen

kompostların farklı yetiştirme dönemlerinde toprakların Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde; her iki yetiştiricilik döneminde de uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Toprakların alınabilir demir içeriklerinde 1. dönemde en yüksek değerler R1 (17.57 mg kg⁻¹), R2 (17.85 mg kg⁻¹) ve R3 (16.86 mg kg⁻¹) uygulamalarından elde edilirken 2. dönemde ise R1 (16.74 mg kg⁻¹) uygulaması en yüksek değerleri vermiştir. Alınabilir Zn ve Mn içeriklerinde 1. yetiştirme döneminde kontrol hariç bütün uygulamalar aynı grupta yer alırken, 2. dönemde R1 (4.39 mg kg⁻¹) uygulamaları en yüksek değerin elde edildiği uygulama olmuştur. Alınabilir Cu içeriklerinde ise 1. yetiştirme döneminde R1 (4.24 mg kg⁻¹), R2 (4.39 mg kg⁻¹), R3 (4.02 mg kg⁻¹) ve R4 (4.01 mg kg⁻¹) uygulamaları en yüksek değerleri verirken 2. dönemde R1 (4.24 mg kg⁻¹) uygulaması en yüksek değerlerin elde edildiği uygulama olmuştur. Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinde her iki dönemde de en düşük değerler kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Lindsay ve Norwell (1978) tarafından mikroelementlerin topraklardaki sınır değerlerine göre yapılan sınıflandırmaya göre deneme topraklarının Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri bakımından yeterli oldukları görülmüştür. Uz vd. (2014) ahır gübresi ve vermikompost uyguladıkları topraklarda mikro element içeriklerinde kontrole göre ciddi

Çizelge 5. Kompostların Farklı Yetiştirme Dönemlerinde Toprakların Fe, Zn, Mn ve Cu İçerikleri Üzerine Olan Etkileri(mg kg⁻¹)¹

Uyg.	Fe		Zn		Mn		Cu	
Dönem	1	2	1	2	1	2	1	2
R1	17.57a ²	16.74a ²	3.26a ²	4.39a ²	16.09a ²	15.77a ²	4.24a ²	4.24a ²
R2	17.85a	15.73ab	3.67a	3.25b	16.34a	14.76b	4.39a	3.95b
R3	16.86a	14.99bc	2.40a	4.11a	14.86a	13.95bc	4.02a	3.82bc
R4	16.28ab	14.59bc	2.28a	2.63c	14.88a	13.98bc	4.01a	3.73cd
R5	16.05ab	14.41d	2.42a	3.24b	14.75a	13.24cd	3.89ab	3.57d
Kontrol	14.53b	14.63bc	0.28b	0.71d	11.14b	12.96d	3.32b	3.37e
Önem Seviyesi	*	**	***	***	**	***	*	***

¹⁾ Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

²⁾ Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$, Ö.D: Önemli değil.

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

artışlar belirlemiştir.

Sonuç

Tarımsal atıklardan elde edilen kompostların toprakların besin içerikleri ve bazı parametreleri üzerine olan etkileri incelenmiş ve kompost ilaveleri ile toprak özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Toprakların pH, EC ve organik madde düzeyleri kontrole göre her iki yetiştirme döneminde de artış göstermiştir. Toprakların makro element içerikleri kontrole göre artış göstermiş ve en yüksek değerler 1. dönemde %80 SBA + %10 KK + %10 AMK uygulamasından elde edilirken, 2. dönemde ise %80 SBA + %10 KK + %10 MK, %70 SBA + %20 KK + %10 AMK ve %60 SBA + %30 KK + %10 AMK uygulamalarından elde edilmiştir. Topraklarının mikroelement içeriklerinde her iki yetiştiricilik döneminde de genel olarak kontrole göre bir artış olup en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar %80 SBA + %10 KK + %10 MK, %70 SBA + %20 KK + %10 AMK ve %60 SBA + %30 KK + %10 AMK şeklinde belirlenmiştir. Tarımsal atıklardan elde edilen kompostların topraklara uygulanmasıyla toprakların besin içeriklerinde artışlar belirlenmiş ve toprakların besin içeriklerinin zenginleşmesine neden olmuştur. Kompost uygulamalarıyla toprakların verim ve kalite düzeyleri artırılırken, atıkların çevreye verecekleri zararlar da en az düzeye indirilmiş olacaktır. Ayrıca organik madde düzeyi düşük olan ülkemiz topraklarının organik madde seviyelerinin de yeterli düzeylere gelmesi sağlanabilir.

Kaynaklar

- Akalan, İ. (1987) Organik Madde Kaynakları. Toprak Bilgisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı:309, 218-219, Ankara.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E. ve Öktüren, F. (2006) Organik Materyal İlavesinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2),245-254
- Anonim (1988) Yaprak ve Toprak Analiz Metodları II. TC. Tarım ve Köyişleri

- Bakanlığı Zeytinlik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, İzmir.
- Black, C. A. (1957) Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., Newyork.
- Black, C. A. (1965). Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson,
- Diaz, M.J., Madejon, E., Lopez, F., Lopez, R., Cabrera, F. (2002) Optimization of the Rate Vinasse/Grape Marc for Co-Composting Process. *Process Biochemistry* 37, 1143–1150.
- Erdin, E. (2015). Katı Atıkların Kompostlanması. http://web.deu.edu.tr/erdin/ders/kati_atik/der_s_not/kompost.pdf. Erişim: Mart 2015
- Haynes, R.J., Naidu, R. (1998) Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions: a Review. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems* 51: 123–137, 1998.
- Jackson, M.L. (1967) Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B. (1972) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:453.
- Kellog, C. E. (1952) Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York.
- Külcü, R., Yıldız, O. (2004). Determination of Optimum Mixture Ratio of Chicken Manure and Vineyard Wastes for Composting. The International Solid Waste Association, ISWA World Environment Congress& Exhibition Rome, 17-21 October 2004.
- Lindsay, W.L ve Norwell, W.A. (1978) Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*,42(3):421-28.
- Loué, A. (1968) Diagnostic Petiolare de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigbe Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agroomiques.31- 41.
- Morlat, R ve Chaussod, R. (2008) Long-term Additions of Organic Amendments in a Loire Valley Vineyard. I. Effects on Properties of a Calcareous Sandy Soil.

Sera Bitki Atıkları, Kullanılmış Kokopit ve Atık Mantar Kompostundan Elde Edilen Kompostların Toprakların Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

- American Journal of Enology& Viticulture*, 59(4), 353-363.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, B., Delibacak, S. (2008) Organic Amendment Based on Tobacco Waste Compost and Farmyard Manure: Influence on Soil Biological Properties and Butter-Head Lettuce Yield. *Turkish Journal of Agriculture& Forestry*, 32, 91-99.
- Olsen, S.R. ve Sommers, E.L. (1982) Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Pizer, N.H. (1967) Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium, Tech. Bull. No.14: 184.
- Soil Survey Staff (1951) Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No:18.
- Sönmez, İ ve Kaplan, M. (2010) Kompost Uygulamalarının Toprakların pH ve Organik Madde İçeriği Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, s:627-632.
- Sönmez, İ. (2009) Atık Mantar Kompostu ve Karanfil Atıklarının Kompostlanması ve Karanfil Yetiştiriciliğinde Kullanılma Olanakları. Akdeniz Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Antalya.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Orman, S. and Sönmez, İ. (2002) The amounts of nutrient elements of plant wastes in tomato greenhouses and its evaluation in Kumluca Region of Antalya. *Akdeniz Univ. J. Fac. Agric.* 5(1):19-25.
- Thun, R., Hermann, R., Knickman, E. 1955. Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, Radelbeul und Berlin, s: 48-48.
- TÜİK (2013) Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim: Kasım 2013.
- Uz, İ., Sönmez, S., Tavalı, İ.E., Çıtak, S., Üras, D.S., Özsayın, S. (2014) Farklı Dozlarda Uygulanan Vermikompostun Tarla Koşullarında Pırasa ve Sap Kereviz Bitkisinin Beslenmesi ve Toprağın Bazı Mikrobiyal Özellikleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje Raporu.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. (1988) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 151, s:64-65.
- Yılmaz, E. ve Alagöz, Z. (2010) Effects of Short-Term Amendments of Farmyard Manure on Some Soil Properties in the Mediterranean Region – Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.8 (2): 859 – 862.



Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

Bihter ÇOLAK ESETLİLİ^{1*} Burçin ÇOKUYSAL¹ Dilek ANAÇ¹

Özet

Bu model çalışmada, değişik iki bünyeli toprakta yetiştirilen iki farklı bitkinin kobalt ve nikel (Co ve Ni) alınımını ile bu toprakların kil tipleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sera şartlarında, kumlu killi tın ve killi bünyeli topraklar kullanılarak kurulan saksı denemesinde, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.) bitkileri ortama değişik dozlarda Co ve Ni uygulanarak yetiştirilmiştir. Bitkilerin Co ve Ni içerikleri ile hasat sonrası toprakta kalan miktarları incelenmiştir. Toprakların fizikokimyasal özellikleri ile söz konusu metallerin bitkiler tarafından alım ilişkileri değerlendirilerek, bu bitkilerin Ni ve Co'ca zengin topraklarda ki absorplama kabiliyetlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca toprakların kil tipleri belirlenerek, hasat sonrasında topraktaki Co ve Ni'nin kil tipleri ile olan ilişkileri irdelenmiştir. Toplam ve alınabilir ağır metal analiz sonuçlarına göre smektit ve illit formunda kil içeriği yüksek olan killi bünyeli toprağın Co ve Ni adsorpsiyon düzeylerinin kumlu killi tın bünyeli topraktan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayçiçeği ve yonca bitkilerinin Co ve Ni alımları değerlendirildiğinde, yoncanın ayçiçeğine göre daha yüksek oranda bu ağır metalleri alabildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kobalt, nikel, absorpsiyon, ayçiçeği, yonca, kil tipi

Cobalt and Nickel Absorption of Sunflower and Lucern Grown under Different Soil Textures

Abstract

A pot experiment was established to study the effect of soil textures on cobalt (Co) and nickel (Ni) absorptions (uptakes) by sunflower and Lucerne plants and to evaluate these analytical results with the clay types of the experimental soils. With this objective, sandy clay loam and clayey soils were placed in the pots and different doses of Co and Ni (A0; A1 and A3) were applied. After the harvest, Co and Ni contents of the plants and the remaining Co and Ni left in the soils in the pots were studied. In this regard, total and plant extractable Co and Ni in the soils were analyzed. The specified remaining Co and Ni contents were also correlated with the clay types of these soils. Results showed that the experimental soil with high in smectite and illite clays had higher Co and Ni adsorption capacities than the other soil with a sandy clay loam texture. With respect to the absorption capacity of the plants, findings showed that Lucerne can remove more metals than sunflower.

Key words: Cobalt, nickel, absorption, sunflower, clover, clay type

Giriş

Son yüzyılın başından itibaren artan sanayileşme ve dünya nüfusu beslenme kaygısını ortaya çıkarmıştır. Modern tarımın etkisiyle de doğal kaynaklar ciddi oranda tahrip edilmekte ve kirlenmektedir. Toprak en önemli doğal kaynaklarımızdan birisidir. Ancak toprağın tarım dışı amaçlarla kullanılması, ağır metal, organik kirletici gibi etmenlerle kirlenmesi ve erozyon ile kayıplara uğraması sonucunda verimliliği kaybolabilmektedir.

Toprağın kirlenmesi yaşayan tüm canlı organizmaları etkileyebilir ve besin zincirinin son halkası olan insanoğlunu da ciddi anlamda tehdit edebilir.

Toprakta biriken ağır metallerin bitkiler tarafından alınarak doku ve organlarda ki aşırı birikimi, vejetatif ve generatif organların gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir (Gür ve ark., 2004). Ayrıca bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova-İZMİR

stabilitesi, hormonal denge gibi pek çok fizyolojik olayın da bozulmasına sebep olabilmektedir (Kennedy ve Gonsalves, 1987; Öktüren Asri ve Sönmez, 2006). Ancak, Co ve Ni elementlerinin ortamda yüksek miktarda bulunmaları toksisite etkisi yaratırken, yeterli miktarda bulunmamaları da ciddi problemler ile sonuçlanabilir. Yüksek bitkiler için gerekli olmalarının yanı sıra bakteriler ve algler için yaşamsal öneme sahiptirler (Salisbury ve Ross, 1992; Marschner, 1995). Özellikle Co'nun, B12 vitamininin bir parçası olması nedeni ile biyolojik aktivite için büyük önem taşıdığı bilinmektedir.

Toprakta Ni, Co'ya göre daha az kuvvetle bağlanmaktadır. Her iki elementin toprak içindeki dağılımı ve davranışı, pH, diğer metaller (Mn, Fe vb.), organik madde ve kil miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Dünya topraklarının ortalama toplam Co konsantrasyonunun 7.90 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Scheffer-Schachtshabel, 1989). Ancak, topraklardaki Co kirliliği sınır değeri pek çok araştırmacı tarafından 50 mg kg^{-1} saptanmıştır. (El-Bassam ve Tietjen, 1977; Kabata ve Pendias, 1979; Kitagishi ve Yamane, 1981; Kloke, 1982). Dünya topraklarının toplam Ni içeriğinin ise ortalama 2.20 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Kabata-Pendias ve Pendias, 1992). Topraklarda toplam Ni'nin toksite etkisi gösterdiği sınır değerleri, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981) ve Linzon (1978) tarafından 100 mg kg^{-1} , Goncharuk ve Sideronko (1986) tarafından 35 mg kg^{-1} , Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloke (1979) tarafından 50 mg kg^{-1} , Bergmann (1993) tarafından ise $40\text{--}50 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak kabul edilmiştir. Ancak topraktaki metallerin içeriğinden çok topraktan bitkiye geçen miktarın belirlenmesi çok önemlidir.

Bu model çalışmada, bünyeleri ve diğer bazı fizikokimyasal özellikleri farklı olan iki tarım toprağına değişik dozlarda kobalt ve nikel (Co ve Ni) uygulayarak, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.) bitkileri yetiştirmek ve bu bitkilerin Co ve Ni konsantrasyonları ile toprakta kalan (birikim) Co ve Ni miktarlarını saptamak hedeflenmiştir. Ayrıca toprakların fizikokimyasal özellikleri ile ayçiçeği ve yoncanın Co ve Ni alımı

ilişkilerini belirlemek için transfer faktörlerini hesaplamak ve fitoremediasyon amaçlı kullanılabilirliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Farklı fiziksel özelliklere sahip olan iki tarım toprağına ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.) bitkileri saksılarda sera şartlarında yetiştirilmiştir. Nikel ve Co bitkilere artan dozlarda uygulanmış ve absorpsiyon kapasiteleri belirlenmiştir. Bu iki bitkinin fitoremediasyonda yaygın kullanıldığı rapor edilmektedir (Lee ve Yang, 2010; Wang et al., 2011). Ayrıca bitkiler seçilirken hem hayvan hem de insan besin zincirine dolaylı ya da doğrudan katılıyor olması göz önüne alınmıştır.

Çizelge 1'de Torbalı-İzmir ve çevresinden alınan deneme topraklarının fizikokimyasal özellikleri görülmektedir. Kil bünyeli olan deneme toprağı (K-2), "Vertic Xerofulvent" alt grubunda, kumlu killi tın bünyeli deneme toprağı (K-1) ise "Typic Xeropsamment" alt grubunda tanımlanmıştır (Anonim, 1999).

Ayrıca, deneme topraklarında kil tipi tayini de gerçekleştirilmiştir. Kil bünyeli toprakta smektit baskın kil minerali olarak belirlenmiş (%41–46), illit (%30–35), kaolinit (%15–20) ve klorit (%7–12) izlemiştir. Kumlu killi tın bünyeli toprakta ise illit baskın kil minerali olarak saptanmış (%62–67), smektit (%16–21) kil minerali izlemiştir. Kaolinit+Klorit kil mineralinin oranı ise %17–22 olarak bulunmuştur. Toprakların kil tipi tayini, Çolak (2012) tarafından bildirilen yöntemle göre X-ray diffraction (XRD) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Saksı denemesi, Ege Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuştur. Deneme toplam 48 saksıdan oluşmuş (3 doz ağır metal (Co ve Ni) uygulaması x 4 tekrar x 2 farklı toprak x 2 bitki = 48 saksı) ve her saksıya önceden kurutulmuş, 2 mm'den elenmiş ve analizleri yapılmış 5 kg toprak (kuru ağırlık üzerinden) doldurulmuştur. Toprak analiz sonuçları dikkate alınarak

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (K-1: Kumlu killi tın; K-2: Killi)

	pH	Tuz (%)	Kireç (%)	O.M. (%)	Bünye	N (%)	P	K	Mg	Ca	Fe	Cu
							mg kg ⁻¹					
K1	7.48	0.013	11.96	0.36	Kumlu killi tın	0.039	1.22	92	51	3903	3.03	0.51
K2	7.41	0.041	19.5	1.65	Killi	0.095	1.35	136	166	8758	9.20	1.31
	Alınabilir Co		Toplam Co		Alınabilir Ni		Toplam Ni			Mn	CEC me/100gr	
	mg kg ⁻¹											
K1	1.08		4.07		0.98		36.96			0.63	15.36	
K2	1.71		6.46		0.67		57.58			1.69	48.98	

saksılara N (150 mg kg⁻¹), P (50 mg kg⁻¹) ve K (200 mg kg⁻¹) besin elementleri sırasıyla NH₄NO₃, (NH₄)H₂PO₄ ve K₂SO₄ formlarında uygulanmıştır. Saksıların altına drenajın sağlanması için 3 adet delik açılmıştır ancak sızan suyun toplanması için plastik kaplar saksı altlarına yerleştirilmiştir.

Her saksıya 5 adet ayçiçeği ve 20 adet yonca bitkisi ekilmiştir. Çimlenme sonrasında ayçiçeği bitkisinden 3, yoncadan ise 10 adet bitki bırakılarak seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kobalt ve Ni, CoCl₂.6H₂O ve Ni(NO₃)₂.6H₂O formlarında, Çizelge 2’de bildirilen dozlarda uygulanmıştır. Uygulama dozları, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği dikkate alınarak belirlenmiştir (Anonim, 2005). Bitkilerin Co ve Ni’e verdikleri tepkiler gözlemlenerek ortalama 45 gün sonunda hasat yapılmıştır. Hasat sonrasında her saksıdaki topraktan ayrı ayrı örnek alınarak topraktaki toplam Co ile Ni içerikleri, Kral suyu (HNO₃ + 3HCl) kullanılarak, alınabilir Co ve Ni içerikleri ise Diethylenetriaminepentaacetic Asit (DTPA) yöntemi ile ekstrakte edilerek Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde

belirlenmiştir (Slawin, 1955; Kick ve ark., 1980). Ayrıca hasat edilen bitkilerin Co ve Ni içerikleri belirlenmiştir. Yaş yakma yöntemi ile hazırlanan ekstraksiyonların Co ve Ni içeriklerinin belirlenmesinde, atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılmıştır (FAO, 1967; Kacar, 1984).

Transfer faktörü; Toprakdan bitkiler tarafından ağır metallerin alınması ve bitki dokularında birikim oranının belirlenmesinde kullanılan indeks “Transfer Faktörü” olarak ifade edilmektedir. Bitki tarafından absorplandığı belirlenen metal miktarının toprak içindeki metal miktarına oranlanması ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan Transfer faktörü 1 ve üzerinde bir değer ise bitkinin yüksek absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu, fitoremediasyon ve fitoekstraksiyon amaçlı kullanılabileceğini göstermektedir Transfer Faktörünün 1’in altında bulunması ise bitkinin ağır metal alınımının zayıf olduğu ve tüketiminde bir sakınca olmadığını düşündürmektedir (Rangnekar ve ark., 2013).

Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulayarak toprak bünyesi, bitki ve doz ile bunların karşılıklı etkileşimleri (interaksiyon) 3 faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre incelenmiş ve ortalamalar arasındaki farkı belirlemek için En Küçük Önemli Fark (Least Significant Difference; LSD) testi kullanılmıştır. Söz konusu istatistik analizlerin yapılmasında TARIST istatistik paket programından yararlanılmıştır.

Çizelge 2. Deneme planı ve topraklara uygulanan dozlar (mg kg⁻¹)

A0	A1	A2
kontrol	Ni -35 Co-15	Ni - 70 Co-30

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

Bulgular ve Tartışma

Nikel Uygulamalarının Ayçiçeği ve Yonca Bitkisi Üzerindeki Etkileri

Ayçiçeği bitkilerinin hasatı sonrasında her bir saksıdan toprak örneği alınmış ve Ni içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Hasat sonrası alınan kumlu killi tın toprak örneğinin Kontrol (A0) uygulamasında toplam Ni miktarı ortalama 34.87 mg kg⁻¹, A1 (35 mg kg⁻¹) ve A2 (70 mg kg⁻¹) doz uygulamalarında ise sırasıyla 71.88 mg kg⁻¹ ve 98.79 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Toplam Ni, killi toprağın Kontrol saksılarında ortalama 56.40 mg kg⁻¹, A1 ve A2 doz uygulamalarında da sırasıyla 74.71 mg kg⁻¹ ve 99.97 mg kg⁻¹ ölçülmüştür. Değerler alınabilir Ni içerikleri açısından incelendiğinde ise kumlu killi tın toprak örneğinin Kontrol uygulamasında ortalama 0.97 mg kg⁻¹, A1 ve A2 doz uygulamalarında da sırasıyla 5.74 mg kg⁻¹ ve 9.77 mg kg⁻¹ saptanmıştır. Killi toprakta ise Kontrol saksılarında ortalama 0.62 mg kg⁻¹, A1 ve A2 doz uygulamalarında sırasıyla 4.54 mg kg⁻¹ ve 5.24 mg kg⁻¹ bulunmuştur. Kontrol saksılarında ölçülen Ni içerikleri ile uygulama öncesi topraklarda belirlenen Ni içeriklerinin uyumlu olduğu görülmektedir.

Denemede bünyesi kumlu killi tın olan şartlarda yetiştirilen yoncanın hasatı sonrasında saksılardan alınan topraklar örneklerinde toplam Ni, Kontrol uygulamasında ortalama 35.67 mg kg⁻¹, A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 69.74 mg kg⁻¹ ve 95.47 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Killi toprakta ise Kontrol topraklarında ortalama 56.63 mg kg⁻¹,

A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 69.39 mg kg⁻¹ ve 97.50 mg kg⁻¹'dir. Durum alınabilir Ni açısından incelenirse, kumlu killi tın şartlarda Kontrol uygulamasının topraklarında ortalama 0.89 mg kg⁻¹, A1 ve A2 dozlarında ise sırasıyla 5.87 mg kg⁻¹ ve 9.59 mg kg⁻¹ ölçülmüştür. Killi bünye şartlarında ise Kontrol topraklarının ortalama 0.58 mg kg⁻¹, A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 4.68 mg kg⁻¹ ve 4.99 mg kg⁻¹ alınabilir Ni içerdiği belirlenmiştir. Kontrol saksılarında bulunan Ni içerikleri ile uygulama öncesi topraklarda belirlenen Ni içeriklerinin uyumlu olduğu görülmektedir.

Kabata-Pendias ve Pendias (1992), dünya topraklarının ortalama toplam Ni içeriğinin 2.20 mg kg⁻¹ olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bergmann (1993), normal şartlarda topraklarda 5-500 mg kg⁻¹ arasında Ni bulunduğunu bildirmiştir. Topraklarda toplam Ni'in toksite etkisi gösterdiği sınır değerleri, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981) ve Linzon (1978) tarafından 100 ppm, Goncharuk ve Sideronko (1986) tarafından 35 mg kg⁻¹, Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloeke (1979) tarafından 50 mg kg⁻¹, Bergmann (1993) tarafından ise 40-50 mg kg⁻¹ olarak bildirilmiştir. Ülkemizde ise tarım topraklarının ağır metal kirliliğini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda Ni kirliliğinin izin verilebilir sınır değeri olarak 50 mg kg⁻¹ kabul edilmiştir (Saatçi vd., 1988; Hakerlerler vd., 1994; Elmacı, 1995). Nikel kirliliğinin sınır değeri olarak 50 mg kg⁻¹ dikkate alınırsa killi

Çizelge 3. Ayçiçeği hasatından sonra farklı bünyeli deneme topraklarının toplam ve alınabilir Ni içeriği (mg kg⁻¹)

Uygulama	Toplam Ni			Alınabilir Ni		
	kumlu tın	killi	Ort.	kumlu tın	killi	Ort.
A0	34.87c	56.40c	45.63c	0.97c	0.62b	0.79c
A1	71.88b	74.71b	73.30b	5.74b	4.54a	5.14b
A2	98.79a	99.97a	99.38a	9.77a	5.24a	7.50a
Ort.	68.52b	77.02a		5.49a	3.47b	
toprak bünyesi LSD _{0.1} = 5.494				toprak bünyesi LSD _{0.1} = 0.418		
doz LSD _{0.1} = 6.729				doz LSD _{0.1} = 0.512		
bünyexdoz LSD _{0.1} = 9.516				bünyexdoz LSD _{0.1} = 0.724		

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

Çizelge 4. Yonca hasatından sonra farklı bünyeli deneme topraklarının toplam ve alınabilir Ni içeriği (mg kg^{-1})

Uygulama	Toplam Ni			Alınabilir Ni		
	kumlu tın	killi	Ort.	kumlu tın	killi	Ort.
A0	35.67c	56.63c	46.15c	0.89c	0.58b	0.74c
A1	69.74b	69.39b	69.57b	5.87b	4.68a	5.27b
A2	95.47a	97.50a	96.49a	9.59a	4.99a	7.29a
Ort.	66.96b	74.51a		5.45a	3.42b	
toprak bünyesi LSD _{0.1} = 3.108				toprak bünyesi LSD _{0.1} = 0.357		
doz LSD _{0.1} = 3.807				doz LSD _{0.1} = 0.437		
bünyexdoz LSD _{0.1} = 5.384				bünyexdoz LSD _{0.1} = 0.618		

toprağın Ni içeriğinin bu sınır değerini biraz üzerinde bulunduğu görülmektedir.

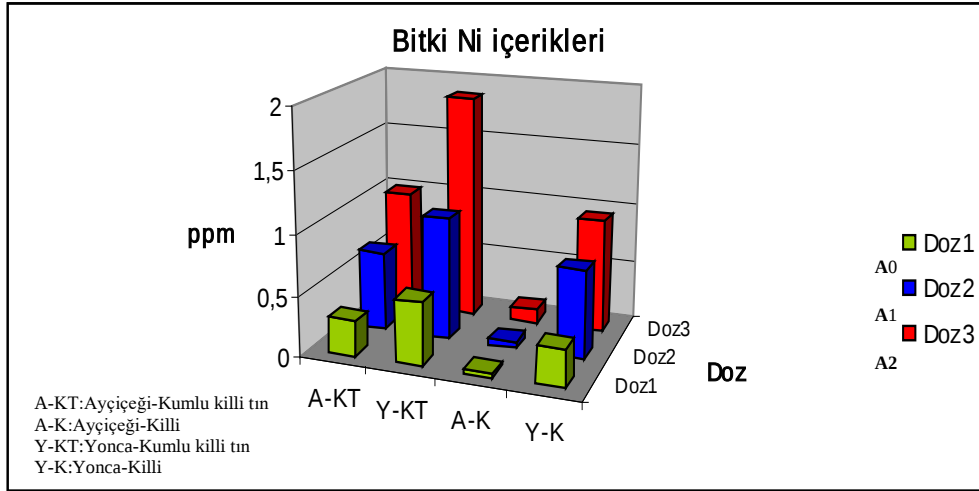
Farklı toprak bünyeleri ile bunların kil fraksiyonlarında Ni adsorpsiyon değerlerinin konsantrasyona bağlı olarak değişiminin incelendiği bir çalışmada, illit tipi kil minerali içeren toprağın en yüksek adsorbsiyon değerine sahip olduğu ve bunu smektit tipi kil mineralini içeren toprağın izlediği ve en düşük değerin kaolinit tipi kil minerali içeren topraklarda elde edildiği bildirilmiştir (Uluocak Güzel, 2006). Elzinga ve Sparks (2001) toprak pH'sının ve zamanın Ni adsorpsiyon kapasitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, pH 6.5'un üzerinde olduğu şartlarda illit kil mineralinin adsorpsiyon kapasitesinde artış saptadıklarını bildirmektedirler. Topraklarımızın kil tipi, miktarları ve toprakların pH'ları incelendiğinde, her iki toprağın pH'sının >6.5 olması, killi bünyeli toprağın smektit ve illit formunda yüksek oranda kil içermesi, alınabilir Ni içeriği ile killi toprakların adsorbsiyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi de açıkladığı düşünülmektedir.

Bitkilerin farklı Ni alınimleri grafiksel olarak Şekil 1'de görülmektedir. Ayçiçeği bitkisinin Ni içeriğinin kumlu killi tın toprakta 0.29 mg kg^{-1} ile 1.00 mg kg^{-1} , killi toprakta ise 0.03 mg kg^{-1} ile 0.11 mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Yoncanın Ni içeriği ise kumlu killi tın toprakta 0.52 mg kg^{-1} ile 1.87 mg kg^{-1} , killi toprakta 0.31 mg kg^{-1} ile 0.94 mg kg^{-1} arasında bulunmuştur.

Schefferve Schachtschabel (1989)'e göre bitkilerde $0.10\text{-}3.00 \text{ mg kg}^{-1}$ Ni normal kabul edilmektedir. Alloway (1990) normal Ni değerini $0.02\text{-}5.00 \text{ mg kg}^{-1}$, Kabata Pendias-Pendias (1984) ise $0.10\text{-}5.00 \text{ mg kg}^{-1}$ aralıklarında bildirmektedirler. Hutchinson (1981) havuç, soğan ve marul için Ni elementinin normal değerlerini 2.80 ile 6.20 mg kg^{-1} arasında vermektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği, otsu bitkilerdeki Ni element içeriğini 90 mg kg^{-1} , diğer bitkilerdeki Ni'i ise $20\text{-}30 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında bildirmektedir (Anonim, 1982). Bitkilerde tolere edilebilir Ni konsantrasyonunun 20 ile 30 mg kg^{-1} arasında olduğu rapor edilmektedir. (Mengel, 1991). Bildirilen sınır değerleri ile ayçiçeği ve yonca bitkilerinin Ni içerikleri karşılaştırıldığında, bulgularımızın sınır değerlerin üzerinde olmadığı, her iki bitkinin de artan yüksek dozdaki Ni'i alma eğiliminde olmadığı görülmektedir. Ancak artan dozlarda verilen Ni ile özellikle kumlu topraklarda yetiştirilen yonca bitkisinin Ni içeriği ciddi miktarda artış gösterdiği söylenebilir. Nikelin, kök, sürgün ve yaprakta büyüme-gelişmenin gerilemesine (Mishra ve Kar, 1974, Seregin ve Kozhevnikova, 2006) ve verim kayıplarına (Molas, 1997, Gerendas ve ark., 1999) neden olduğu bildirilmiştir.

Ayçiçeği ve yonca bitkileri Ni alımları açısından karşılaştırıldığında ise yoncanın Ni içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak her iki bitkinin transfer faktörünün 1'in

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması



Şekil 1. Yonca ve Ayçiçeği Bitkilerinin Farklı Bünyeli Topraklarda Ni Alımı

altında olması bu bitkilerin Ni alım kapasitelerinin yüksek olmadığını düşündürmektedir.

Kobalt Uygulamalarının Ayçiçeği ve Yonca Bitkisi Üzerindeki Etkileri

Ayçiçeği bitkilerinin hasadı sonrasında her bir saksıdan toprak örneği alınmış ve Çizelge 5'te görüldüğü gibi toplam ve alınabilir Co içerikleri belirlenmiştir. Kumlu killi tın toprak örneğinin Kontrol uygulamasında toplam Co ortalama 4.00 mg kg^{-1} , A1 (15 mg kg^{-1}) ve A2 (30 mg kg^{-1}) doz uygulamalarında ise sırasıyla 12.31 mg kg^{-1} ve 26.32 mg kg^{-1} bulunmuştur. Killi toprağın Kontrol uygulamasında ise ortalama

6.21 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında da sırasıyla 11.08 mg kg^{-1} ve 21.09 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Durum alınabilir Co içerikleri açısından incelendiğinde, kumlu killi tın toprağın Kontrol uygulamasında 0.98 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında sırasıyla 7.95 mg kg^{-1} ve 15.29 mg kg^{-1} saptanmıştır. Killi toprağın Kontrol uygulamasında 1.66 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında da sırasıyla 6.80 mg kg^{-1} ve 9.68 mg kg^{-1} ölçülmüştür. Kontrol saksılarında bulunan Co içerikleri ile uygulama öncesi topraklarda belirlenen toplam Co içeriklerinin benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Ayçiçeği hasatından sonra farklı bünyeli deneme topraklarının toplam ve alınabilir Co içerikleri (mg kg^{-1})

Uygulama	Toplam Co			Alınabilir Co		
	kumlu killi tın	killi	Ort.	kumlu killi tın	killi	Ort.
A0	4.00c	6.21c	5.11c	0.98c	1.66c	1.32c
A1	12.31b	11.08b	11.69b	7.95b	6.80b	7.37b
A2	26.32a	21.09	23.71a	15.29a	9.68a	12.48a
Ort.	14.21a	12.79b		8.07a	6.04b	
toprak bünyesi $\text{LSD}_{0.1} = 0.808$				toprak bünyesi $\text{LSD}_{0.1} = 0.551$		
doz $\text{LSD}_{0.1} = 0.990$				doz $\text{LSD}_{0.1} = 0.674$		
bünyexdoz $\text{LSD}_{0.1} = 1.400$				bünyexdoz $\text{LSD}_{0.1} = 0.954$		

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

Durum diğer deneme bitkisi için değerlendirildiğinde, kumlu killi tın ve killi toprak bünyelerinde yetiştirilen yonca bitkilerinin hasat işlemi yapıldıktan sonra her bir saksıdan toprak örnekleri alınmış ve toplam ve alınabilir Co analizleri yapılmıştır. Kumlu killi tın bünyeli toprağın Kontrol uygulamasında toplam Co ortalama 3.99 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında da sırasıyla 13.03 mg kg^{-1} ve 25.02 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 6). Killi toprağın Kontrol uygulamasında ortalama 6.20 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 13.05 mg kg^{-1} ve 21.62 mg kg^{-1} belirlenmiştir. Durum alınabilir Co içerikleri açısından incelendiğinde, kumlu killi tın bünyeli toprağın Kontrol uygulamasında ortalama 1.00 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 7.24 mg kg^{-1} ve 14.92 mg kg^{-1} saptanmıştır. Killi toprağın Kontrol saksılarında 1.91 mg kg^{-1} , A1 ve A2 doz uygulamalarında ise sırasıyla 7.93 mg kg^{-1} ve 9.33 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

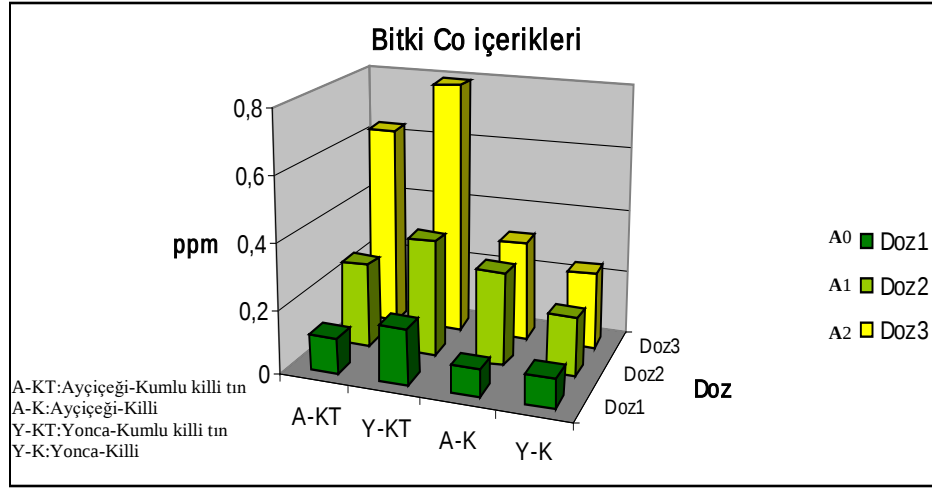
Kobalt toprakta hem değişebilir formda ve hemde değişebilir olmayan formda tutulmaktadır. Adsorbe edilen Co sadece Cu ve Zn gibi ağır metallerle yer değiştirebilmekte ve değişir olmayan formda adsorbe olan Co ise kil kafesleri arasında tutulmaktadır. Scheffer-Schachtshabel (1989) tarafından ana materyalin bileşimine bağlı olarak toprakların Co

içeriklerinin genellikle $5\text{--}15 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir. Alloway (1990) ise topraklardaki normal Co sınır değerinin $0.5\text{--}65 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında belirtmiştir. El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata ve Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981), Kloke (1982) tarafından, topraklardaki kirliliğin sınır değeri 50 mg kg^{-1} Co olarak bildirilmiştir. Kobalt toprakta şelat oluşturan ağır metallerden biridir ve Mn^{+2} ile yer değiştirme yoluyla toprakta mangan oksitlere kuvvetli bir şekilde bağlanmaktadır (Haktanır, 1983). Deneme topraklarımızın Co içerikleri değerlendirildiğinde kil ve organik madde içeriklerine bağlı olarak bildirilen değerlerin altında bulunduğu düşünülmektedir. A1 ve A2 doz uygulamalarında topraktaki Co içeriklerinin doz artışına paralel olarak arttığı ancak kil içeriği ve organik madde miktarı düşük olan kumlu tın bünyeli toprakta dozlar arasındaki farkın belirginleştiği görülmektedir. Bitkilerin farklı Co alınımaları ile ilgili grafiksel görünüm Şekil 2’de izlenmektedir. Ayçiçeği bitkisinin Co içeriğinin kumlu toprakta 0.11 mg kg^{-1} ile 0.63 mg kg^{-1} , killi toprakta 0.08 mg kg^{-1} ile 0.31 mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Yoncanın Co içerikleri ise kumlu killi toprakta 0.17 mg kg^{-1} ile 0.79 mg kg^{-1} , killi toprakta 0.09 mg kg^{-1} ile 0.24 mg kg^{-1} arasında bulunmuştur. Mengel ve Kirkby (2004) baklagiller ve otlarda Co’nın sırasıyla $0.15\text{--}0.30 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $0.04\text{--}0.08 \text{ mg kg}^{-1}$

Çizelge 6. Yonca hasatı sonrasında farklı bünyeli deneme topraklarının toplam ve alınabilir Co içeriği (mg kg^{-1})

Uyg.	Toplam Co			Alınabilir Co		
	Kumlu killi tın	killi	ort.	Kumlu killi tın	killi	ort.
A0	3.99c	6.20c	5.10c	1.00c	1.91c	1.46c
A1	13.03b	13.05b	13.04b	7.24b	7.93b	7.58b
A2	25.02a	21.62a	23.32a	14.92a	9.33a	12.12a
Ort.	14.01a	13.63b		7.72a	6.39b	
toprak bünyesi $\text{LSD}_{0.1} = 0.557$				toprak bünyesi $\text{LSD}_{0.1} = 0.310$		
doz $\text{LSD}_{0.05} = 0.934$				doz $\text{LSD}_{0.1} = 0.380$		
bünyexdoz $\text{LSD}_{0.1} = 0.964$				bünyexdoz $\text{LSD}_{0.1} = 0.538$		

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması



Şekil 2. Yonca ve Ayçiçeği Bitkilerinin Farklı Bünyeli Topraklarda Co Alımı

bulunabileceğini rapor etmektedirler. Scheffer and Schachtschabel (1989) bitkilerdeki Co sınır değerini $0.02-0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ düzeyinde, Kabata Pendias and Pendias (1992) ise $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Tek yıllık bitki yaprak örneklerinin Co içerikleri $>0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ değeri dikkate alınarak incelendiğinde, ayçiçeğinin ve yoncanın Co içeriklerinin A1 ve A2 doz uygulamaları sonucunda arttığı özellikle kumlu bünyeli topraklarda yetişen bitkilerin Co içeriklerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Topraklardaki Co fazlalığı bitkiler için toksik etki yapmakta, Co'nun bitki bünyesinde yeterince bulunmaması halinde ise geniş getiren hayvanlarda iştahsızlık ve devamında ölümler görülmektedir (Gençkan, 1985).

Ayçiçeği ve yonca bitkileri Co alımları açısından karşılaştırıldığında Ni'e benzer olarak, yoncanın Co içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak her iki bitkinin transfer faktörünün 1'in altında olması bu bitkilerin Co alım kapasitelerinin yüksek olmadığını düşündürmektedir.

Sonuç

Kentleşmenin ve giderek artan endüstriyelleşmenin olumsuz sonuçlarından biri de topraklarımızda ağır metal birikimidir. Bu amaçla yaptığımız model çalışmamızda, Ni ve Co'nun artan dozlarında ayçiçeği ve yonca bitkileri yetiştirilerek fitoremediasyon (yeşil ıslah) amaçlı kullanımları karşılaştırılmıştır.

Kumlu killi tın bünyeli toprakta yetişen bitkilerde killi bünyeli topraklarda yetişen bitkilere göre daha yüksek oranda ağır metal birikimi olmuştur. Alınabilir formdaki ağır metal içeriğinin kumlu killi tın bünyeli toprakta daha yüksek olmasının bu sonucu yarattığı düşünülmektedir. Ayrıca bitki kök ve vejetatif gelişimi üzerine artan ağır metallerin olumsuz etkili olduğu da gözlenmiştir. Kontrol bitkilerinin köklerine oranla ağır metalli toprakta yetişen bitkilerin köklerinin daha az geliştiği saptanmıştır. Ayçiçeği ve yonca bitkileri ağır metal alımı açısından karşılaştırıldığında, yoncanın ayçiçeğine göre daha yüksek oranda ağır metal alabildiği görülmektedir. Yüksek besin içeriği ile yem bitkileri arasında önemli bir yere sahip olan yoncanın Ni ve Co'ı daha yüksek oranda alım potansiyeline sahip olması dikkat çekicidir. Ancak her iki bitkinin de Transfer Faktörü oranlarının 1'in altında olması nedeni ile her iki bitkinin de hiperakümülatör bitki özelliğine sahip olmadığı ve fitoremediasyon amaçlı kullanılamayacağını göstermektedir.

Kaynaklar

- Alloway, B. J., 1990, Heavy Metals in Soils, Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.
- Anonim, 2005. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı: 25831 Ankara.

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Aycıçeği ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

- Bergmann, W., 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte Erweiterte Auflage, Gustav Fisher Verleag Jena, Stuttgart.
- Çolak, M. 2012. Heavy metal concentrations in sultana-cultivation soils and sultana raisins from Manisa (Turkey). *Environ Earth Sci.*, 67:695–712.
- El-Bassam, N. and Tietjen, C., 1977. Municipal Sludge as Organic Fertilizer with Special Reference to the Heavy Metals Constituents in Soil Organic Matter Studies. Vol. 2. IAAE, Vienna, 253 p.
- Elmacı, Ö. L., 1995. Güney Marmara Bölgesi Sanayi Domates Alanlarındaki Toprak, Sulama Suyu ve Domates (*Lycopersicum Esculentum*) Meyvelerinde Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İzmir.
- Elzinga, E. J., Sparks, D.L., 2001. Reaction Condition Effects on Nickel Sorption Mechanisms in Illite-Water Suspensions. *Soil Science Society of American Journal*, 65(1): 1–278.
- FAO, 1967. Fisheries Technical Paper. No:158. Roma.
- Gençkan, M. S., 1985. Çayır-Mera Kültürü, Amenajmanı ve Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 483, İzmir
- Gerendas, J., Polacco, J.C., Freyermuth, S.K., Sattelmacher, B., 1999. Significance of nickel for plant growth and metabolism. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162: 241-256.
- Goncharuk, E.J., Sideronko, G.J., 1986. Hygienic Regulation for Chemic Substance in Soils. *Medicina*. Moscow. 320 p.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D., 2004. Ağır Metal İyonlarının (Cu^{+2} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2}) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Hakerlerler, H., Anaç, D., Okur, B. ve Saatçi, N., 1994. Gümüldür ve Balçova'daki Satsuma Mandarin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47. Bornova-İzmir
- Haktanır, K., 1987. Çevre Kirliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140.
- Hongping, H., Jiugau, G., Xiande, X., Jinlian, P., 2000. Experimental Study of the Selective Adsorption of Heavy Metals onto Clay Minerals. *Chinese Journal of Geochemistry*. 19(2):105–109.
- Hutchinson, T.C., 1981. Nickel. in *Effect of Heavy Metals on Plants*.(ed) N:W. Lepp.Applied Science Publishers. London.
- Kabata Pendias, A., Pendias, A., 1979. Current Problems in Chemical Degradation of Soils. Paper Presented at the Conf. on Soil and Plant Analyses in Environment Protection. Falenty/Warsaw. October 29.7.
- Kabata Pendias, A., Pendias, H., 1992. Trace Elements in Soils and Plants, 2 nd. Edition CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor London.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları. 899. 2. Bas. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kennedy, C. D.,Gonsalves, F. A. N., 1987. The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots, *J.Exp. Bot.*, 38, 800-817.
- Kıtağışlı, K. and Yamane, I., 1981. Heavy Metal Pollution in Soils of Japan. *Japon Science Society Press.*, Tokyo, 302 p.
- Kick, H., Bürger, H., Jommer, K. 1980. Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Cu, Ni, Cr und Co in Landwirtschaftlich und Görtnerisch Genutzen Böden NordrheinWestfalen, *Landwirtschaftliche Forschung*,No:33(1):12-22.
- Kloke, A., 1979. Content of Arsenic. Cadmium. Chromium. Fluorine. Lead. Mercury and Nickel in Plants Grown on Contaminated Soil. Paper Presented at United Nations-ECE Symp. on Effect of Air-Borne. Pollution on Vegetation. Warsaw. August 20. 192 p.
- Lee, M., Yang, M., 2010. Rhizofiltration Using Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *vulgaris*) to Remediate Uranium Contaminated Groundwater, *Journal of Hazardous Materials*, 173, 589-596.
- Linzon, S.N., 1978. Phytotoxicology Excessive Levels for Contaminants in Soil and Vegetation. Report of Ministry of the Environment. Ontario. Canada.

Farklı Bünyeli Topraklarda Yetiştirilen Ayrıştırıcı ve Yonca Bitkilerinin Kobalt ve Nikel Alınımının Karşılaştırılması

- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK. 889s.
- Mengel, K., 1991. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Mishra, D., Kar, M., 1974. Nickel in plant growth and metabolism. Bot. Rev., 40: 395-452.
- Molas, J., 1997. Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (*Brassica oleracea* L.) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasts caused by an in vitro excess of nickel. Photosynthetica 34 (4): 513-522.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S., 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri, Derim 23 (2), 36-45 (2006).
- Rangnekar, S. S., Sahu, S. K., Pandit, G.G. and Gaikwad, V. B., 2013. Accumulation and Translocation of Nickel and Cobalt in Nutritionally Important Indian Vegetables Grown in Artificially Contaminated Soil of Mumbai, India, Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences. Vol. 1(10).
- Saatçi, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H., Okur, B., 1988. İzmir İli ve Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127. Bornova – İzmir.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. Plant Physiology. Wadsworth, California, USA, 682s.
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., 1984. Hartge. K.H. und Schwertmann. U. Lehrbuch der Bodenkunde. F. Enke Verlag. Stuttgart. 441 p.
- Scheffer, F. und Schachtschabel, P., 1989. Lehrbuch Der Bodenkunde. 12. Aufl. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 442 P.
- Seregin, Kozhevnikova A.D., 2006. Physiological role of nickel and its toxic effects on higher plants. Russian Journal of Plant Physiology 53 (2): 257-277.
- Slavin, W., 1955. Atomic Absorption Spectroscopy Interscience Publishers. New York London Sydney.
- Uluocak Güzel, E., 2006. Ağır Metallerin Kil Mineralleri Tarafından Tutulması ve Bitkilerce Alımı, Sütçü İmam Üniversitesi, Toprak Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Wang, X., Song, Y., Ma, Y., Zhuo, R. ve Jin, L., 2011. Screening of Cd Tolerant Genotypes and Isolation of Metallothionein Genes in Alfalfa (*Medicago Sativa* L.). Environmental Pollution, 159, 3627-3633.



Toprak Solucanı, Organik ve Mineral Gübreli Koşullarda Mısır Bitkisi Performansını Artırdı

Nazan ATEŞ¹ Ali COŞKAN^{1*}

Özet

Topraktaki canlı organizmaların toprağın biyokimyasal verimliliği üzerinde büyük etkileri vardır. Toprak faunasının çekici üyelerinden birisi olan toprak solucanları, besin elementi yarayışlılığını artırma yeteneklerinden dolayı popüler hale gelmektedirler. Bu nedenle toprak solucanlarının mısır bitkisinin besin elementi alımına etkilerini belirlemek amacıyla gübresiz, organik gübreli ve mineral gübreli koşullarda tek yıllık saksı denemesi yürütülmüştür. Denemede metre kareye 100 ve 200 solucana karşılık gelen *Dendrobaena spp.* solucanından saksı başına 3 ve 6 tane aşılanmıştır. Sonuçlar toprak solucanlarının mısır bitkisinin besin elementi alımı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Hem organik hem de mineral gübreleme, gübresiz koşullara oranla besin elementi alımını ve biyomas verimini artırmıştır. Mineral gübreleme organik gübrelemeye göre etkili bulunmuştur. Bu durum büyük olasılıkla mineralizasyon sürecinin yavaş olmasından veya solucanlar tarafından teşvik edilen mineralizasyon süreci sonunda besin elementi yarayışlılığının artması için yeterli süre geçmemesinden kaynaklanmaktadır. Sonuçlardan genel olarak mineral gübreli koşullarda bile toprakların üretkenliğini geliştirmede toprağa solucan aşılması veya var olan yerli solucanların desteklenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toprak solucanı, bitki besleme, mısır (*Zea mays*), mısır verimi

Earthworm Improved Plant Performance of Corn Plant in both Organic and Mineral Fertilized Condition

Abstract

Living organisms in soil has a great influence on biochemical productivity of soil. Earthworm, one of the attractive members of soil fauna, is becoming popular due to their improvement capabilities of nutrient availability. Therefore, a one year pot experiment was carried out to determine effect of earthworms on nutrient uptake of corn plant in non-fertilized as well as organic and mineral fertilizer applied conditions. Three and 6 *Dendrobaena spp.* earthworms were introduced to soil as equivalent of 100 and 200 earthworms per square meter. Result revealed that, earthworms has influence on nutrient uptake of the corn. Both organic and mineral fertilizer applications increased biomass yield and nutrient uptake compared to non-fertilized variant. Mineral fertilizer was more effective then organic fertilizer, most probably due to slow mineralization proses or insufficient time for releasing nutrient via mineralization which stimulated by earthworms. Based on the overall results, earthworm inoculation or feeding indigenous earthworms are recommended to improve soil productivity even in mineral fertilizer applied conditions.

Keywords: Earthworm, plant nutrition, corn (*Zea mays*), corn yield

Giriş

Günümüzdeki tarım sisteminde bitki besin maddelerinin döngüsünde, topraktaki canlılar önemli bir yer tutmaktadır. Toprak solucanları, oyuklar kazarak suyun toprağa daha iyi sızmasını sağlarlar, erozyonu azaltırlar, hava, sıvı ve gazların dolaşımını kolaylaştırırlar, köklerin daha rahat yayılmasını ve besin

alışveriş yüzeyinin artırılmasını sağlarlar (Mısırlıoğlu, 2011). Ekosistemin dengesini sürdürmede, besin elementlerin ve ağır metallerinin biyo-yarayışlılığında önemli roller üstlenirler (Shen and Yang, 2008). Toprak solucanları ile yapılan bilimsel çalışmaların tarihi Darwin'e kadar uzanmakta olup, toprak solucanlarının azot mineralizasyonunu

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü İSPARTA

* Sorumlu yazar

(McDaniel et al., 2013; Amador, 2006; Amador and Görres, 2005; Cortez et al., 2000; Blair et al., 1997) ve besin elementi yarayışlılığını arttırdığı (Ruz-Jerez et al., 1992; Doube et al., 1997; Brown et al., 1999; Cortez and Hameed, 2001), bioremedasyonda kullanılabileceği (Kızılkaya, 2004, 2005), toprağın biyolojik aktivite parametrelerinden olan dehidrogenaz enzimi aktivitesini artırdığı (Kızılkaya, 2008) bildirilmiştir. Toprak solucanlarının verim üzerine olumlu etkilerinin olduğu da birçok çalışmada vurgulanmıştır (Eriksen-Hamel and Whalen, 2007; Scheu, 2003; Doube et al. 1997). Bunlardan başka solucan uygulamasının su kullanım etkinliğini %4-17 arttığı (Doube et al., 1997), sıkışmış topraklarda galeriler açarak sıkışan katmanın rehabilitasyonuna yardım ettiği (Müller-Inkman et al. 2013) ancak kimi zaman mikrobiyal biyomas azotunu azalttığı (Bohlen and Edwards, 1995) rapor edilmiştir. Tüm bu bilgilerden farklı olarak toprak solucanlarının model organizma olarak kullanımına yönelik etraflı önerilerin yer aldığı çalışmalara rastlamak da olasıdır (Fründ et al., 2010).

Bu toprak canlısının ülkemiz toprakları için önemi çok büyüktür. Zira ülkemiz toprakları kimi zaman besin elementleri yönünden fakirdir (Eyüpoğlu ve ark, 1995; Çakmak et al., 1996), kimi zaman da besin elementi toprakta olduğu halde bitkiler tarafından alınabilir formda (yarayışlı) değildir (Karanlık 1998). Oysa toprak solucanı bitkinin beslenme durumunu geliştirmede birlikte veya ayrı ayrı kullanılabilecek toprak canlılarıdır.

Yukarıda verildiği üzere literatürde solucanların yararlı olduğuna dair çok sayıda çalışma olmasına rağmen yürütülen saksı denemelerinin kiminde başlangıçta aşıl原因 solucanlar bulunamamış (Pattinson et al., 1997) kiminde de solucanlarda belirgin ağırlık kayıpları yaşanmıştır (Wurst et al., 2004). Bu çalışmanın amacı solucanların ihtiyaç duyduğu organik maddeyi vermek suretiyle deneme süresince hayatta kalmalarını sağlayarak, solucanların bitki gelişimi ve beslenmesi üzerine olan olumlu etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Antalya ilinde saksı denemesi şeklinde yürütülmüş, hem topraklar hem de solucanlar bölgeden temin edilmiştir. Solucanlar tarım alanlarından toplandıktan sonra benzer olanlar gruplanmış ve Sims and Gerard, (1985) ile Mısırlıoğlu (2011) tarafından bildirilen özellikleri takip edilerek mikroskop altında incelenmiş ve solucanların *Dendrobaena spp.* olduğu belirlenmiştir. Kullanılacak solucan miktar için incelenen çalışmalardan Baker et al. (1999) 1 metrekaare tarım alanında 300 ila 400 solucan bulunabileceğini bildirirken, bu değerleri destekler nitelikte Pattinson et al. (1997) 1 metrekaarede 270 solucan bulunabileceğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmaların yürütüldüğü alanların ülkemiz koşullarına göre daha nemli olması nedeniyle yürütülen bu çalışmada solucan sayıları daha düşük tutulmuş ve tanımlaması yapılmış solucanlardan metrekaareye 100 ve 200 solucana karşılık gelen 3 ve 6 solucan saksılara aşılanmıştır. Denemeye solucan aşılanmayan kontrol grubu da eklenmiştir. Aşılama esnasında solucanlar tartılarak her saksıya yaklaşık aynı toplam ağırlıkta solucan konulmasına dikkat edilmiştir (Fründ et al., 2010), bu amaçla solucanlar önce gözle tasnif edilmiş, daha sonra da tartılmıştır. Solucanların bulundukları ortamdan daha sıcak veya daha soğuk ortamlara konulmaları termal şoka, bulundukları ortamdan daha düşük veya yüksek ozmotik potansiyele sahip ortamlara konulmaları ozmotik şoka neden olmaktadır. Ayrıca solucanların açık havada bekletilmeleri nem kaybetmelerine dolayısıyla ölmelerine neden olabilmektedir. Bu olumsuzlukları önlemek amacıyla terazi kefesine içerisinde oda sıcaklığına getirilmiş musluk suyu bulunan petri kapları yerleştirilmiş, darası alınmış ve solucanlar bu suyun içerisinde tartılmıştır. Denemede saksılara organik veya mineral gübre uygulanmıştır. Mineral gübre uygulamalarında saksılara 400 mg/kg (200 + 200 şeklinde ikiye bölünerek) N, 300 mg/kg P₂O₅ ve 300 mg/kg K₂O uygulanmıştır. Gübre kaynağı olarak Amonyum Nitrat (%26 N), triple süper fosfat (%46 P₂O₅) ve potasyum sülfat (%50 K₂O) kullanılmıştır. Organik gübre kaynağı olarak iyice olgunlaştıktan sonra kurutulup öğütülmüş

büyükbaş hayvan gübresi kullanılmıştır. Kullanılan hayvan gübresinin azot içeriğinin % 1,63 olduğu deneme kurulmadan önce belirlenmiş, her bir saksıya yaklaşık 800 mg/kg azota karşılık gelen 147 g hayvan gübresi homojen olarak karıştırılmıştır. Denemede verilen organik maddenin yaklaşık yarısı ile üçte biri arasındaki kısmının deneme süresince ayrışabileceği öngörülmüştür. Tarla koşullarında daha yavaş seyreden mineralizasyon sürecinin saksı koşullarında daha hızlı olacağı öngörülmüş ise de deneme sonuçlarından elde edilen veriler ayrışmanın öngörülenden daha yavaş seyrettiğini göstermiştir. Hazırlanan saksılara Asgrow firmasının Challenger F1 tohumları ekilmiştir. Deneme 1 Mayıs 2013’de kurulmuş, 3 Temmuz 2013’te hasat edilmiştir. Deneme iki faktörlü olup, birinci faktörde 0, 3 ve 6 solucan

oranında, 15 dakikada 180 °C’ye çıkacak ve 15 dakika bu sıcaklıkta kalacak biçimde ayarlanmış, berrak çözelti alındığı görülünce bu parametreler ile çalışma tamamlanmıştır. Daha sonra bir dizi seyreltme işlemi yapılmış, K, Fe, Zn, Mn ve Cu Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile okunmuştur (Kacar ve İnal, 2010). Elde edilen süzüğün fosfor içeriği ise spektrofotometre ile belirlenmiştir (Olsen and Watanable, 1957). Örneklerin toplam azot içeriğini belirlemek için Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Bremner, 1965).

Bulgular ve Tartışma

Kök ve Yeşil Aksam Ağırlıkları ile Bitki Boyu
Bitkiler hasat edildikten sonra belirlenen bitki kök ve yeşil aksam ağırlıkları ile bitki boyları sırasıyla Çizelge 1, 2 ve 3’te verilmiştir.

Çizelge 1. Bitkilerin üst aksam ağırlıkları (g/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	1.09	d	18.24	c	25.17	b	14.83	B
3 solucan	0.99	d	17.55	c	23.41	b	13.99	B
6 solucan	1.15	d	18.18	c	31.51	a	16.95	A
Ortalama	1.08	C	17.99	B	26.70	A		

uygulaması, ikinci faktörde ise gübresiz, hayvan gübrelili ve mineral gübrelili uygulamalar yer almıştır. Deneme 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Deneme kurulduktan 63 gün sonra bitkilerin boyları metre ile belirlenmiş, kök boğazının hemen üzerinden bitkiler hasat edilmiş, önce musluk suyu sonra saf sudan geçirildikten sonra 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, tartılmış, öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerde makro elementlerden N, P, K, Ca ve Mg ile mikro elementlerden Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri gerçekleştirilmiştir.

Alınan tüm örneklerde P, K, Fe, Zn, Mn ve Cu analizi için 0.4 gr örneğe 10 ml nitrik+perklorik asit karışımı eklenmiş, mikro dalga yakma fırınında (CEM- MARS Reaction System) berrak çözelti elde edilinceye kadar yakılmıştır. Mikro dalga fırın 1600W güçte, %100 çalışma

Bitkilerin üst aksam biyomas ağırlıkları (Çizelge 1) hem solucan hem de gübre uygulamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilenmiştir. Solucan uygulaması, gübre uygulaması kadar etkili bulunmamıştır. Üç solucan uygulaması biyomas ağırlığını kontrol uygulamasından istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkilemezken 6 solucanın toprağa aşılandığı saksılara ekilen mısırdan en yüksek biyomas ağırlığı elde edilmiştir (p<0,05).

Gübre uygulamasının yapılmadığı saksılarda solucan uygulamasına bakılmaksızın en düşük değerler elde edilmiştir. Tüm bitkilerde beklendiği gibi yeterli besin elementi alamayan mısır gübresiz koşullarda büyüme kaydedememiştir. Literatürde solucanların bünyesinden geçen topraklarda var olan besin elementlerinin yararlılığının arttığı (Eriksen-Hamel and Whalen, 2007; Mısırlıoğlu, 2011)

Çizelge 2. Bitkilerin kök ağırlıkları (g/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	0.20	c	7.42	b	10.62	a	6.08	A
3 solucan	0.18	c	7.60	b	7.50	b	5.10	B
6 solucan	0.27	c	7.50	b	11.14	a	6.30	A
Ortalama	0.22	C	7.51	B	9.75	A		

Çizelge 3. Bitki boyları (cm)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	37	d	93	ab	86	abc	72	A
3 solucan	25	e	82	bc	94	a	67	A
6 solucan	41	d	82	c	90	abc	71	A
Ortalama	35	B	86	A	90	A		

bildirilmesine rağmen, gübresiz koşullarda solucan uygulaması bitkinin yeterli besin elementi alımına katkı sunamamıştır.

Mineral gübreler genel olarak organik gübreyle oranla daha fazla biyomas oluşumunu sağlamıştır. Bu durumun büyük olasılıkla organik formda verilen elementlerin mineralizasyona uğraması için yeterli sürenin geçmemesi nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Tüm sonuçlar içerisinde en yüksek değer mineral gübre ile 6 solucanın bir arada kullanıldığı varyantta belirlenmiştir. Kök ağırlığı değerleri (Çizelge 2) üst aksam değerleri ile büyük paralellik arz etmektedir. Üst aksam ağırlığından farklı olarak 3 solucan uygulaması kontrole oranla kök ağırlığını düşürmüş ancak 6 solucan uygulaması yeniden değerlerde artışa neden olmuştur. Bu durum gübresiz ve organik gübrelili uygulamalarda görülmemiş sadece mineral gübrelili uygulamalarda belirlenmiştir. Ortalama değerler itibariyle en yüksek kök gelişimi yine mineral gübrelili solucan ve mineral gübrelili ve 6 solucan uygulanana varyantlarda belirlenmiştir. Hasat öncesi ölçülen bitki boyu değerleri (Çizelge 3) solucan uygulamasının bitki boyunu artırmadığını göstermiştir. Ortalama değerler itibariyle hem organik gübre hem de mineral gübre uygulamaları bitki boyunu kontrole oranla istatistiki olarak anlamlı düzeyde, iki kattan daha fazla artırmıştır. Tüm değerler

içerisinde mineral gübre ve 3 solucan uygulanan varyantta en uzun boylu bitkiler belirlenmiştir. Ancak bu bitkilerin üst aksam ağırlıkları (Çizelge 1) bu sonucu destekler nitelikte değildir. Bir başka deyişle bitkilerin boyları uzun ancak yapıları cılız kalmıştır. En kısa bitki boyu değeri kontrol grubunun 3 solucan uygulanan varyantında belirlenmiştir ($p<0,05$).

Makro Elementler (N, P, K, Ca ve Mg)

Bitkilerin hasat sonrası yeşil aksam ağırlığı ve azot içeriği kullanılarak hesaplanan topraktan kaldırılan azot miktarı değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Bitkilerin azot içerikleri gübreleme yapılmayan kontrol uygulamasında en yüksek belirlenmiştir. Gübrelenen uygulamalarda ise azot içerikleri belirgin biçimde düşük bulunmuştur. Ancak bitkinin üst aksam kuru ağırlıkları (Çizelge 1) dikkate alındığında düşük azot değeri belirlenmiş olmasının nedeninin kontrol grubundaki bitkilerin gelişmelerinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gübre uygulanan bitkilerde gelişim daha fazla olmuş, buna bağlı olarak da alınan besin elementleri biyomasta seyrelemiştir. Bu durum takip eden tüm besin elementlerinde görülmüş olup, bitkide belirlenen besin elementi içerikleri yerine topraktan kaldırılan besin elementi miktarı değerleri verilmiştir. Topraktan kaldırılan azot miktarı incelendiğinde (Çizelge

Çizelge 4. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları azot miktarları (mg N/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	24	d	122	c	422	b	189	A
3 solucan	21	d	130	c	456	ab	202	A
6 solucan	22	d	99	c	510	a	210	A
Ortalama	22	C	117	B	463	A		

4) en yüksek azot alım miktarının mineral gübrelili uygulamalarda ortaya çıktığı görülmüştür. Ortalama değerler itibariyle mineral gübre uygulanan bitkiler, organik gübre uygulanan bitkilere oranla dört kata yakın düzeyde daha fazla azot almışlardır. Bilindiği üzere bitkiler ihtiyaç duydukları azotun tamamına yakını nitrat ve amonyum formlarında almaktadırlar (Kacar ve Katkat,

510 g/bitki ile yine 6 solucan ve mineral gübre uygulanan saksılarda yetişen bitkilerde görülmüştür. Gübre uygulanmayan saksılarda belirlenen değerler birbirine yakın ve istatistiksel olarak en düşük düzeyde bulunmuştur.

Topraktan kaldırılan fosfor değerleri (Çizelge 5) incelendiğinde genel ortalamalar itibariyle yine solucan uygulamaları arasında istatistiki

Çizelge 5. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları (mg P/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	2.3	e	44.1	cd	56.8	ab	34.4	A
3 solucan	2.1	e	36.6	d	59.9	a	32.9	A
6 solucan	2.3	e	48.4	bc	60.5	a	37.0	A
Ortalama	2.2	C	43.0	B	59.0	A		

2010). Organik formda verilen azotun bitkiler tarafından alınabilmeleri için organik maddenin mineralize olması gerekmekte olup, bu süreç sıcaklık ve nem başta olmak üzere bir çok parametre tarafından etkilenmektedir (Coşkan et al., 2007; Akbolat et al., 2009). Bu bilgiler ışığında bakıldığında, organik gübre uygulanan saksılarda yetişen bitkilerce, mineral azot uygulanan saksılarda yetişen bitkilere oranla daha düşük azot kaldırılmış olmasının nedeninin, verilen organik maddenin mineral formlara dönüşebilmesi için yeterli zaman geçmemesi olduğu düşünülmektedir. Solucan uygulamaları yönünden ortalama değerler arasında en yüksek değer 210 g N/bitki olarak 6 solucan uygulanan mineral gübrelili varyantta elde edilmiş ise de değerler arasındaki farklar istatistiki olarak anlamlı değildir. Tüm değerler içerisinde istatistiki anlamlı en yüksek değer

fark görülmemiştir. Ancak gübre uygulamaları yönünden en yüksek ortalama değer mineral gübre uygulamasında belirlenmiş bunu sırasıyla organik gübre ve kontrol uygulamaları izlemiştir ($p<0,05$). Tüm değerler içerisinde en yüksek değerler mineral gübrenin yanı sıra 3 ve 6 solucan uygulanan saksılarda yetişen bitkilerde belirlenmiştir. Gübreleme yapılmayan uygulamalar arasında solucanların etkisi hiç görülmemiş, bu varyantlardan elde edilen değerler arasında istatistiki fark oluşmamıştır. Tüm değerler içerisinde gübre verilmeyen uygulamalardan en düşük değerler elde edilmiştir.

Topraktan kaldırılan potasyum miktarları (Çizelge 6) yönünden solucan uygulamaları arasında fark belirlenmemiştir. Gübre uygulamalarının ortalamaları arasında en düşük değer mineral gübrelemeden elde edilirken en yüksek değer organik gübre uygulanan

Çizelge 6. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları (mg K/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	33	d	928	a	654	c	538	A
3 solucan	39	d	839	ab	680	c	519	A
6 solucan	42	d	798	b	652	c	497	A
Ortalama	38	C	855	A	662	B		

saksılarda yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir.

Tüm değerler içerisinde en yüksek değer solucan uygulanmayan organik gübre varyantında belirlenmiştir (928 mg K/bitki). Gübresiz varyantların her üçünde de istatistiki olarak en düşük değerler elde edilmiştir.

Topraktan kaldırılan kalsiyum içerikleri (Çizelge 7) yönünden solucan uygulamaları arasındaki değer farkları istatistiki olarak fark oluşturacak düzeyde belirgin değildir. Gübre uygulamalarını temsil eden ortalama değerler arasında ise belirgin farklar belirlenmiştir. Ortalama değerler arasında en yüksek değer mineral gübre uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değer ise hiç gübre uygulanmayan uygulamalarda görülmüştür. Organik gübre uygulanan saksılarda solucan sayısına bakılmaksızın en düşük değerler belirlenmiştir. Mineral gübre uygulananlarda ise solucansız ve 6 solucanlı saksılarda istatistiki olarak en yüksek değerler belirlenmiştir.

gübre ve gübresiz uygulamaların izlediği görülmüştür. Elde edilen tüm değerler arasında en yüksek değer 6 solucan ve mineral gübre uygulanan varyantlarda belirlenirken en düşük değerler gübresiz uygulamaların tümünde belirlenmiştir.

Mineral gübre uygulamasında topraklara azot, fosfor ve potasyum gübrelemesi yapıldığından, bu besin elementlerinin daha yüksek bulunması beklenilmeyen bir durum değildir. Ancak temel gübreleme içerisinde kalsiyum ve magnezyum olmadığı halde bu iki elementin en yüksek değerleri de mineral gübrelerde belirlenmiştir. Diğer yandan fazla azot alımının Ca ve Mg alımını azaltması beklenirken (Kacar ve Katkat, 2010) Ca ve Mg alımı azot alımından etkilenmemiştir. Ca ve Mg alımının solucanlar tarafından manipüle edildiği düşünülmektedir.

Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn ve Mn)

Topraktan kaldırılan demir içerikleri (Çizelge 9) değerleri incelendiğinde, ortalama değerler

Çizelge 7. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları kalsiyum miktarları (mg Ca/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	16	d	203	c	398	a	206	A
3 solucan	20	d	184	c	350	b	185	A
6 solucan	22	d	182	c	403	a	202	A
Ortalama	19	C	190	B	383	A		

Topraktan kaldırılan magnezyum miktarları (Çizelge 8) incelendiğinde solucan uygulamaları arasında fark görülmemiştir. Ancak kaldırılan magnezyuma gübrelerin etkisine yönelik ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değer bu kez mineral gübrede olduğu, bunu sırasıyla organik

itibariyle solucan uygulamaları arasında istatistiki farklar olmadığı görülmüştür. Gübre uygulamaları ise kaldırılan demir miktarları üzerinde belirgin biçimde etkili olmuştur. Gübre uygulamaları ortalamaları arasında en yüksek değer mineral gübreli uygulamadan elde edilirken bunu organik gübreli uygulama ile

Çizelge 8. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları kalsiyum miktarları (mg Mg/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	6.4	d	34.1	c	107.9	ab	49.5	A
3 solucan	5.8	d	35.2	c	92.0	b	44.3	A
6 solucan	6.9	d	38.0	c	118.2	a	54.3	A
Ortalama	6.4	C	35.8	B	106.0	A		

gübresiz uygulama izlemiştir. Bitkilere yapılan temel gübrelemede mikro elementler kullanılmadığı halde demir alımı mineral gübrelili uygulamalarda belirgin biçimde yüksek olmuş, mineral gübre uygulamasında gübresiz uygulamadan yaklaşık 9 kat, organik gübrelili uygulamadan ise yaklaşık 1,7 kat daha yüksek değerler belirlenmiştir. Tüm değerler arasında en yüksek değer 6 solucan uygulanan mineral gübrelili uygulamadan elde edilmiştir. En düşük değerler ise gübresiz uygulamaların tümünde görülmüştür. Mineral gübrelili uygulama içerisindeki solucan uygulamaları incelendiğinde artan solucan sayılarına bağlı olarak kaldırılan demir miktarı artmıştır. Sadece bu sonuç dahi bitkiler için yeterli besin elementi bulunması halinde solucanların toprakta var olan ve bitkilerce alınamayan besin elementlerinin alımını artırdığını gösterir niteliktedir.

ve mineral gübrenin bir arada kullanıldığı varyantlarda belirlenmiştir. En düşük değer ise yine gübresiz uygulamaların her üç solucan uygulamasında görülmüştür.

Topraktan kaldırılan çinko miktarları (Çizelge 11) solucan uygulamasından istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkilenmiş, solucan uygulaması topraktan kaldırılan çinko miktarını azaltmıştır. Ortalama değerler itibariyle mineral gübre uygulaması birçok elementte olduğu gibi çinko alımını belirgin biçimde artırmıştır. Tüm değerler içerisinde en yüksek değer 3 solucan uygulanan mineral gübrelili saksılarda yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir.

Solucan uygulaması topraktan kaldırılan mangan miktarını (Çizelge 12) artırmıştır. Ortalama değerler itibariyle gübre uygulamaları karşılaştırıldığında en yüksek değer mineral gübrede olduğu ve bunu sırasıyla organik gübre ve gübresiz uygulamaların izlediği görülmüştür.

Çizelge 9. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları demir miktarları (µg Fe/bitki)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	170	d	1095	c	1702	b	989	A
3 solucan	242	d	1096	c	1806	ab	1048	A
6 solucan	193	d	1032	c	2082	a	1102	A
Ortalama	202	C	1074	B	1864	A		

Topraktan kaldırılan ortalama bakır miktarı değerleri (Çizelge 10) itibariyle solucan uygulamaları istatistiki olarak etkili olmamış, gübre uygulamaları ise sonucu belirgin biçimde etkilemiştir. Gübre uygulamalarının ortalama itibariyle en yüksek değer mineral gübre uygulamasında görülürken en düşük değer gübresiz uygulamada belirlenmiştir. Tüm değerler içerisinde en yüksek değer 6 solucan

Tüm değerler içerisinde en yüksek değerler 3 ve 6 solucan uygulanan mineral gübrelili saksılarda yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir.

Solucan Uygulamalarının Tüm Parametrelere Etkisi

Solucan uygulamalarının bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarına etkisi daha belirgin olurken, topraktan kaldırılan besin

Çizelge 10. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları bakır miktarları ($\mu\text{g Cu/bitki}$)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	7.8	d	61.2	c	150.8	ab	73.2	A
3 solucan	9.0	d	70.4	c	145.6	b	75.0	A
6 solucan	9.7	d	63.1	c	166.3	a	79.7	A
Ortalama	8.9	C	64.9	B	154.2	A		

elementi değerleri arasında sadece Zn ve Mn değerleri üzerine etkili olmuş, kaldırılan besin elementi yönünden 7 besin elementi arasında fark oluşturmamıştır. Solucan uygulamaları genelde parametreler üzerinde olumlu etkili olmuş, kimi parametrelerde 3 solucan uygulaması kimi parametrelerde de 6 solucan uygulaması solucansız uygulamaya göre daha yüksek veya solucansız uygulama ile aynı değerleri vermiştir.

değerleri genellikle gübresiz uygulamada organik ve mineral gübrelili uygulamaya göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak gübresiz uygulamalarda belirlenen bitki boyu, biyomas ağırlığı değerleri de gübrelili uygulamalardan belirgin biçimde düşük çıkmıştır. Gübrelili uygulamalarda daha düşük konsantrasyon belirlenmesinin nedeni alınan besin elementinin daha fazla olan biyomas içerisinde seyrelmesinden kaynaklanmaktadır. Toprak

Çizelge 11. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları çinko miktarları ($\mu\text{g Zn/bitki}$)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	46	f	199	e	438	ab	228	A
3 solucan	39	f	298	cd	494	a	277	AB
6 solucan	33	f	253	de	365	bc	217	B
Ortalama	39	C	250	B	432	A		

Gübre Uygulamalarının Tüm Parametrelere Etkisi

Genel ortalama değerler itibariyle gübre uygulamaları, solucan uygulamalarına oranla çok daha belirgin farklar oluşturmuştur. Elde edilen 21 parametre içerisinde sadece biri olan fosfor içeriği değerinde gübre uygulamaları istatistiki fark oluşturmamış, diğer 20 parametrenin değerleri arasında ise $p < 0,05$ düzeyinde farklar belirlenmiştir. Konsantrasyon

kaldırılan besin elementi değerleri bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Toprak

Çizelge 12. Bitkilerin topraktan kaldırdıkları mangan miktarları ($\mu\text{g Mn/bitki}$)

	- gübre		Org. Güb.		Min. Güb.		Ortalama	
- solucan	9	d	99	c	179	b	96	B
3 solucan	13	d	96	c	219	a	109	AB
6 solucan	16	d	96	c	234	a	115	A
Ortalama	13	C	97	B	210	A		

Belirlenen Parametreler Arasındaki İlişkiler

Gübre uygulanmayan koşullarda solucan uygulaması ile Ca içeriği arasında $p=0,05$ düzeyinde pozitif, Zn içeriği arasında $p=0,05$ düzeyinde negatif ilişki belirlenmiştir. Organik gübrelili koşullarda solucan uygulaması ile bitki boyu arasında $p=0,05$ düzeyinde negatif ilişki belirlenmiştir. Mineral gübrelili koşullarda ise solucan uygulaması ile üst aksam ağırlığı ve demir içeriği arasında $P=0,05$ düzeyinde, kaldırılan mangan miktarı arasında $p=0,01$ düzeyinde pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Genel olarak mineral gübrelili uygulamalarda daha fazla ve belirgin ilişkiler görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Toprak solucanlarının tarım toprağına aşılması halinde elde olunabilecek yararları belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma, hem mineral hem organik gübrelili koşullarda yürütülmüş, ayrıca hiçbir uygulama yapılmayan, sadece solucan aşılmasının etkilerinin araştırıldığı saksıların denemeye dahil edilmesi ile iyi bir karşılaştırma olanağı sağlanmıştır. Genel olarak hiçbir gübreleme yapılmayan şartlarda solucan varlığı bitki gelişimini anlamlı düzeyde desteklememiş, gübresiz koşullarda yetiştirilen bitkiler diğerlerine oranla çok düşük biyo-kütle oluşturabilmiştir. Bu denli düşük biyokütlenin içerdiği besin elementlerini irdelemek çok anlamlı bulunmamıştır. Organik gübrelili koşullarda yetiştirilen bitkiler, hiç gübre uygulanmayanlara oranla daha iyi gelişmiş olmakla beraber, belirlenen biyomas değerleri, mineral gübrelili uygulamalarda belirlenen değerlerin oldukça altında kalmıştır. Uygulanacak organik gübre miktarının belirlenmesinde mineralizasyon hızı öngörülmeye çalışılmış, bitkilerin ihtiyaç duyduğu kadar azotu ortama sağlayabilmek amacıyla yüksek dozda organik azot uygulanmıştır. Buna rağmen mineralizasyon hızının beklenen düzeyde olmadığı ve sonuç itibarıyla bitkilere yeterince besin elementi sunulmadığı düşünülmekte olup düşük biyomas değerleri bununla ilişkilendirilmiştir. Mineral gübrelili uygulamalardan oldukça ilginç sonuçlar elde edilmiş, hemen hemen ölçülen tüm parametrelerde en iyi sonuçlar mineral

gübreli uygulamalardan elde edilmiştir. Deneme başlarken aşılana solucanların tümü tartılmış ve her saksıya eşit ağırlıkta solucan aşılmasına çalışılmıştır. Deneme sonunda bu solucanların yeniden ekstrakte edilerek tartılması planlanmış ise de, hasat döneminde saksılarda solucana rastlanmamıştır. Literatürde bu durumdan söz edilmiş olduğundan (Pattinson et al., 1997) solucanların organik madde ihtiyaçları göz önüne alınmış olmasına rağmen organik gübrelili uygulamalarda dahi solucan bulunmayışı, solucanların rahatsız olduğu bir başka faktörün varlığına işaret etmektedir. Deneme hipotezleri arasında yer almamasına rağmen, mineralizasyonun iyi tahmin edilemediği durumlarda, sadece organik gübre ile bitkilerin beslenmesinde problem yaşanabileceği de bu deneme sonuçlarından anlaşılmıştır. Genel olarak sonuçlar, hem mineral gübre, hem de organik gübre kullanılan saksılarda solucan aşılmasının etkili olduğunu ortaya koymuştur. Genellikle mineral gübre ve 6 solucan/saksı (200 birey/m²) uygulamasının bir arada yapıldığı saksılardan elde edilmiştir. Diğer yandan Eriksen-Hamel and Whalen (2007) solucanların bitki gelişimine olumlu katkılarının popülasyonun yüksek (>300 birey/m²) olması halinde ortaya çıktığını da vurgulamışlardır. Bu nedenle tarım alanlarında solucan varlığının artırılmasının bitkilerin beslenmesi ve gelişmesi üzerine olumlu etkiler sağlayacağı açıktır. Bu bulgudan hareketle tarım alanlarında solucan sayısının artırılması amacıyla çalışmaların yürütülmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma 4026-YL1-14 Proje numarası ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Akbolat, D., Evrendilek, F., Coşkan, A., Ekinci, K., 2009. Quantifying soil respiration in response to short-term tillage practices: a case study in southern Turkey, Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science; 59: 50-56.

- Amador, J. A., Görres, J. H., 2005. Role of the anecic earthworm *Lumbricus terrestris* L. in the distribution of plant residue nitrogen in a corn (*Zea mays*)–soil system. *Applied Soil Ecology* Volume 30, Issue 3, 2005, Pages 203–214.
- Amador, J. A., Görres, J. H., Savin, M. C., 2006. Effects of *Lumbricus terrestris* L. on nitrogen dynamics beyond the burrow. *Applied Soil Ecology*. Volume 33, Issue 1, Pages 61–66.
- Baker, G.H., Carter, P.J., Barrett, V.J., 1999. Influence of earthworms, *Apporectodea* spp. (Lumbricidae), on pasture production in South-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 1247-1257.
- Blair, J.M., Parmelee, R.W., Allen, M.F., McCartney, D.A., Stinner, B.R., 1997. Changes in soil N pools in response to earthworm population manipulations in agroecosystems with different N sources. *Soil Biol. Biochem.* 29,361–367.
- Bohlen, P. J., Edwards, C. A., 1995. Earthworm effects on N dynamics and soil respiration in microcosms receiving organic and inorganic nutrients. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 27, Issue 3, Pages 341–348.
- Bremner, J. M., 1965. *Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods*. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wise S-1149-1178, USA.
- Brown, G.G., Pashanasi, B., Villenave, C., Patro'n, J.C., Senapati, B.K., Giri, S., Barois, I., Lavelle, P., Blanchart, E., Blakemore, R.J., Spain, A.V., Boyer, J., 1999. Effects of earthworms on plant production in the tropics. In: Lavelle, P., Brussaard, L., Hendrix, P. (Eds.), *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. CABI Publishing, Oxon, UK, pp. 87–147.
- Çakmak, I., Yılmaz, A. Ekiz, H. Torun, B. Erenoglu, B., Braun H.J., 1996. Zinc deficiency as a critical nutritional problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil* 180, 165-172.
- Cortez, J., Billes, G., Bouche', M.B., 2000. Effect of climate, soil type and earthworm activity on nitrogen transfer from a nitrogen-15-labelled decomposing material under field conditions. *Biol. Fert. Soils* 30, 318–327.
- Cortez, J., Hameed, R.H., 2001. Simultaneous effects of plants and earthworms on mineralization of ¹⁵N labelled organic compounds adsorbed onto soil size fractions. *Biol. Fert. Soils* 33, 218–225.
- Coşkan A., M. Gök, K. Doğan, 2007. Effect of Wheat Stubble Burning and Tobacco Waste Application on Mineral Nitrogen Content of Soil at Different Depth, *International Journal of Soil Science*, 2(1):55-61, 2007.
- Doube, B.M., Williams, P.M.L., Willmott, P.J., 1997. The influence of two species of earthworms (*Aporrectodea trapezoides* and *Aporrectodea rosea*) on the growth of wheat, barley and faba beans in three soil types in the greenhouse. *Soil Biol. Biochem.* 29, 503–509.
- Eriksen-Hamel, N., Whalen, J., K., 2007. Impacts of earthworms on soil nutrients and plant growth in soybean and maize agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 120, Issues 2–4, Pages 442–448.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S. 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikro elementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu*.
- Fründ, H. C., Butt, K., Capowiez, Y., Eisenhauer, N., Emmerling, C., Ernst, G., Potthoff, M., Schädler, M., Schrader, S., 2010. Using earthworms as model organisms in the laboratory: Recommendations for experimental implementations. *Pedobiologia*, Volume 53, Issue 2, Pages 119–125.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 2010. *Bitki Besleme*. 5. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. ISBN:978-975-591-834-4.
- Kacar, B., İnal, A., 2010. *Bitki Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN: 9786053950363

- Karanlık S., Erenoğlu E.B., Derici R., Cakmak İ., 1998. Orta Anadolu, Çukurova ve Gap Bölgeleri Topraklarının Değişik Fraksiyonlardaki Mikroelement Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 12-16 Mayıs 1997, ss.783-786
- Kızılkaya, 2004. Cu and Zn accumulation in earthworm *Lumbricus terrestris* L. in sewage sludge amended soil and fractions of Cu and Zn in casts and surrounding soil Ecological Engineering 22, 141–151
- Kızılkaya, 2005. The role of different organic wastes on zinc bioaccumulation by earthworm *Lumbricus terrestris* L. (Oligochaeta) in successive Zn added soil Ecological Engineering 25, 322–331.
- Kızılkaya, 2008. Dehydrogenase activity in *Lumbricus terrestris* casts and surrounding soil affected by addition of different organic wastes and Zn. Bioresource Technology 99, 946–953.
- McDaniel, J. P., Stromberger, M. E., Barbarick, K. A., Cranshaw, W., 2013. Survival of *Aporrectodea caliginosa* and its effects on nutrient availability in biosolids amended soil. Applied Soil Ecology. Volume 71, Pages 1–6.
- Mısırlıoğlu, M., 2011. Toprak Solucanları, Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri. Nobel Yayın, ISBN: 978-605-395-447-7
- Müller-Inkmann, M., Fründ, H. C., Hemker, O., 2013. An experimental setup to assess earthworm behaviour in compacted soil. Biology and Fertility of Soils. Volume 49, Issue 3, pp 363-366.
- Olsen, S. R., Watanable, F.S., 1957. A Method to Determine a Phosphorus Adsorption Maximum for Soils as Measured by the Langmuir isotherm. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 144-149.
- Pattinson, G.S., Smith, S.E., Doube, B.M., 1997. Earthworm *Aporrectodea trapezoides* had no effect on the dispersal of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus intraradices*. Soil Biol. Biochem. 29(7)1079-1088.
- Ruz-Jerez, B.E., Ball, P.R., Tillman, R.W., 1992. Laboratory assessment of nutrient release from a pasture soil receiving grass or clover residues, in the presence or absence of *Lumbricus rubellus* or *Eisenia foetida*. Soil Biol. Biochem. 24, 1529–1534.
- Scheu, S., 2003. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives: The 7th international symposium on earthworm ecology · Cardiff · Wales · 2002. Pedobiologia, Volume 47, Issues 5–6, 2003, Pages 846–856.
- Shen, W., Yang, H., 2008. Effects of earthworm and microbe on soil nutrients and heavy metals. Agricultural Sciences in China Volume 7, Issue 5, Pages 599–605.
- Sims, R.W. and Gerard, B.M., 1985. Earthworms. Synopses of the British Fauna No. 31 The Linnean Society and the Brackish-Water Sciences Association. Field Studies Council, Shrewsbury. London ISBN:9004075828.
- Wurst, S., Dugassa-Gobena, D., Langel, R., Bonkowski, M., Scheu, S., 2004. Combined effects of earthworms and vesicular-arbuscular mycorrhizas on plant and aphid performance. New Phytologist 163:169–176.



Iğdır Ovasındaki Elma Bahçelerinin Toprak Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi

Uğur ŞİMŞEK*¹ Sevil SÜRMELİ² Y. Mustafa CANBOLAT³

Özet

Iğdır ovası tarımsal üretim yönünden önemli bir potansiyele sahip olup, son 10 yılda özellikle elma yetiştiriciliğinin tarım sektörü içindeki önemi artmaktadır. Bu çalışmada, Iğdır ilinde elma bahçelerinin verimlilik durumları toprak analizleriyle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma bölgesini temsil edecek şekilde 5 dekar ve daha büyük olan 29 elma bahçesinden 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Örnekleme yapılan elma bahçesi topraklarının hemen hemen hepsinin kil bünyeye sahip olduğu ve tuzluluk sorununun olmadığı, pH değerlerinin 7.5 ile 8.5 arasında değişim gösterdiği, kireç içeriklerinin çok fazla olduğu, organik madde içerikleri ise çok düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Azot, alınabilir P, Mn ve Zn içeriklerinin çok az olduğu, buna karşılık değişebilir Ca, Mg, K, Na, Fe ve Cu miktarları yeterli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Elma bahçesi, toprak verimliliği, toprak analizleri, Iğdır.

Evaluation of Apple Orchards in Iğdır Plain for Soil Fertility

Abstract

Iğdır plain has a significant potential in terms of agricultural production. Especially apple cultivation have an important place in the agriculture sector last 10 years. In this study, soil fertility of apple orchards were investigated with soil analysis. Soil samples have been taken 0-30 cm and 30-60 cm depth from the 29 apple orchards larger than 5 acres, representing the region. Almost all the sampled apple orchards have been identified as clay soils and no salinity problems, pH values ranged between 7.5 and 8.4, lime contents too much, and organic matter contents too low. N, available P, Mn, and Zn content have been very low. In contrast, amounts of exchangeable Ca, Mg, K, Na, Fe, and Cu were sufficient.

Keywords : Apple orchard, soil fertility, soil analysis, Iğdır.

Giriş

Elma, dünya üzerinde çok geniş yayılma alanı gösteren ve değişik ekolojilerde üretimi yapılabilen bir meyve türüdür. Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle elma, yurdumuzun hemen her yerinde çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir. Dünyada elma çeşitlerinin sayısı 6500'ü aşmaktadır. Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. Dünya'da 2012 yılı verilerine göre 4.766.775 ha alanda 75.635.283 ton elma üretimi yapılmaktadır. Türkiye 142.048 ha alan ve 2.680.080 tonluk üretimle, dünyadaki elma üretiminde % 3.54' lük bir paya sahiptir

(Anonim, 2012).

Çalışma alanını oluşturan Iğdır'da hakim ekonomik faaliyeti tarım oluşturmakla birlikte, son yıllarda ticaret de önem kazanmaya başlamıştır. Ovada bugünkü anlamda meyve yetiştiricilik faaliyetinin 1963 yılında Batı Iğdır Ovası sulama şebekesinin işletmeye açılmasıyla başladığı söylenebilir. Iğdır'ın coğrafi özellikleri birçok meyvenin yetiştiriciliğine imkân sağlamaktadır. Bu özelliği ile ovanın çevresinden farklılaştığı söylenebilir. Ovada kayısı, elma, şeftali, armut, üzüm, kiraz, vişne ve ceviz gibi birçok meyve yetiştirilmektedir. Bunlardan özellikle kayısı başta olmak üzere,

⁽¹⁾ Iğdır Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

⁽²⁾ Iğdır Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü

⁽³⁾ Atatürk Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

elma ve şeftali yetiştiriciliği yöre çiftçisi için önemli bir gelir kaynağıdır. İğdır'da meyve üretim potansiyeli içinde elma üretimi yeni bahçe tesisleri ile artmaya başlamış olup ilde yetiştirilen ürünler arasında elma, ikinci sırada yer almaktadır. TÜİK verilerine göre 2007 yılından günümüze kadar elma üretim alanı sürekli artış göstermiştir. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın sertifikalı fidan desteklemesi de elma dikilim alanlarının artmasını sağlamıştır. İğdır ilinde de bu amaçla pek çok yeni elma bahçesi tesis edilmiştir. İğdır İlinde 2011 yılında 17 128 da alanda 19 927 ton elma üretimi gerçekleştirilmiştir. İlde yetiştiriciliği yapılan çeşitler Jersej Mach, Gala, Starking Delicious, Starkrimson Delicious, Red Chief, Fuji, Granny Smith, Golden Delicious'dır.

Meyve yetiştiriciliğini geliştirmek, verim ve kalitede istenilen düzeye ulaşmak, sulamada etkinlik, hastalık ve zararlılarla mücadelede başarı çeşit ıslahı gibi teknik ve kültürel önlemlerle birlikte, özellikle doğru ve dengeli bir gübreleme ile mümkündür. İklim, toprak, sulama, budama, bitki koruma ve bitki besleme gibi faktörler meyve ağaçlarının gelişimini ve verimini etkilemektedir. Bu faktörlerin bazıları yetiştiriciler tarafından kontrol edilebilirken bazıları kontrol edilemez. Bitki besleme, başarılı bir meyvecilik için gerekli uygulamalardan biridir ve kontrol edilen faktörler arasında yer alır (Herrera, 2001). Besin maddelerinin topraktan bitkiler tarafından sürekli olarak sömürülmesi, bilinçsiz gübre kullanılması ve erozyon sonucu tarım yapılan topraklar günden güne verimsizleşmektedir.

Her yetiştirme döneminde gerek generatif ve gerekse vejetatif büyüme ile elma ağaçları topraktan önemli miktarlarda besin elementi kaldırırlar. İster bitki tarafından kaldırılın ister erozyon, yıkanma veya diğer etmenlerle uzaklaşsın topraktan eksilen bitki besin maddelerinin toprağa geri kazandırılması zorunludur. Zira eksilen besin elementlerinin yerine konulamaması yetersiz beslenmeye, yetersiz beslenme de bitkide çeşitli fizyolojik bozukluklara ve verim ve kalitede azalmalara yol açacaktır. Toprak analizleri, toprakların bitkiye elverişli besin maddesi düzeyini belirlemede en sık kullanılan yöntemlerdir.

Bitkilere elverişli besin elementi miktarının belirlenmesinde kullanılan toprak analiz yöntemleri ile toprakta yetiştirilecek olan bitkilerin kökleriyle alabilecekleri besin elementi miktarlarını, çeşitli çözücülerle çözeltiye almak amaçlanmaktadır. Bitki besleme programından istenen başarının elde edilebilmesi için, bitkilerin besin maddesi ihtiyacı ile toprakların bitkiye besin maddesi sağlama kabiliyetlerinin hassas bir biçimde tespit edilmesi çok önemlidir. İğdır ilinde genel olarak bütün ürün gruplarında özelde elma bahçelerinde uyguladıkları bir bitki besleme programı olmadığı gibi bu konuda bilgi düzeyleri de oldukça sınırlıdır. Bu araştırma İğdır ilinde elma bahçelerinin toprak verimliliği durumunu ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada elma bahçelerinden alınan toprak örnekleri analiz edilmek suretiyle elde edilen sonuçlar yeterlilik kıstasları ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yürütüldüğü İğdır Ovası, Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde, yükseltinin düşük ve etrafının yüksek dağlarla çevrili olması nedeniyle, özel bir mikroklima özelliği gösterir. İğdır Ovası 850 metre rakıma sahip olup yazlar sıcak, kışlar ılıman geçmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre, bölgede en yüksek yağış mayıs, en düşük yağış ise ağustos ayında düşmektedir (Anonim, 2014). Yıllık ortalama sıcaklık 12.05°C olup en soğuk ay Ocak, en sıcak ay ise Temmuz'dur. Ortalama güneşlenme süresi 6.2 saat olup, Temmuz ayında en yüksek Ocak ayında ise en düşük güneşlenme süresi görülmektedir. Yıllık toplam buharlaşma miktarı 1116.3 mm, toplam yağış miktarı ise 260.6 mm'dir (Anonim 2007). İğdır ilinin tüm ilçelerinde elma üretimi yapılmakla birlikte, elma yetiştiriciliğinde en fazla üretim 17.128 da alan ile Merkez ilçeden sağlanmaktadır.

İğdır İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü çiftçi kayıt sistemi verilerine göre, merkez ilçede elma bahçelerinin dağılımı belirlenerek ve bu dağılıma göre gelen alanda "rastgele örnekleme metoduna" göre tarama yapılmış ve ildeki elma bahçelerini temsil edecek şekilde 29 elma bahçesinde örnekleme yapılmıştır.

Çizelge 1. Örnekleme noktalarına ait bazı bilgiler

No	Çeşit	Köyü	No	Çeşit	Köyü	No	Çeşit	Köyü
1	Granny Smith	Melekli	11	Starking	Yaycı	21	Golden	Oba
2	Granny Smith	Bayraktutan	12	Starking	Alikamerli	22	Golden	Evcı
3	Starking	Bayraktutan	13	Starking	Evcı	23	Red Chief	Bayraktutan
4	Starking	Hakmehmet	14	Golden	Hakmehmet	24	Grany Smith	Bayraktutan
5	Starking	Hakmehmet	15	Golden	Küllük	25	Gala	Enginalan
6	Starking	Kuzugüden	16	Golden	Küllük	26	Roma Güzeli	Kuzugüden
7	Starking	Küllük	17	Golden	Küllük	27	Starcrimson	Küllük
8	Starking	Melekli	18	Golden	Melekli	28	Red Chief	Küllük
9	Starking	Melekli	19	Golden	Melekli	29	Starcrimson	Yaycı
10	Starking	Melekli	20	Golden	Alikamerli			

Örnekleme yapılan elma bahçelerine ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Her örnekleme noktasında, 0-30 cm ve 30-60 cm olmak üzere iki farklı katmandan toprak örnekleri alınmış, kurutulup 2 mm’lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak Analizleri

Toprakların tekstürleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle (Gee veHortage, 1986), toprak pH’sı 1:2.5’luk toprak-su süspansiyonunda Potansiyometrik olarak “Cam Elektrotlu” pH metre ile (McLean, 1982), kireç içerikleri Scheibler Klasimetresi ile volümetrik olarak (Nelson, 1982), organik madde içerikleri yaş yakma yöntemiyle (Walkley ve Black, 1934), azot içeriği organik maddeden hesaplanmıştır (Bremmer ve Mulravey, 1982). Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N. pH=8.2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N. pH=7.0) ekstrakstrakte edilen solusyonlarda (Rhoades, 1982a), değişebilir katyonlar Amonyum Asetatla (1 N. pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra Na ve K, Ca, Mg (Rhoadas, 1982b), elverişli fosfor Sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzüklerde (Olsen ve Summer, 1982), elverişli Fe, Mn, Zn, Cu miktarları DTPA yöntemine göre ekstrakte

edilen ICP-OES Inductively Couple Plasma spectrophometer (Thermo Scientific. ICAP 6300 Duo. ICP/OES) ile okunmak suretiyle belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Bulgular ve Tartışma

İğdır ovası elma bahçelerinin toprak verimliliğini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan analizlere ait bazı tanımlayıcı bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir.

Elma bahçelerinin topraklarının hemen hepsinin kil tekstür sınıfında (Anonymous, 2002a) yer aldığı belirlenmiştir. Toprak tekstürü toprağın karakterini belirleyici özelliklerin başında gelir. Toprakta su hareketi ve tutulmasını, havalanma ısısal özelliklerini, agregat oluşumu ve stabilitesini, erozyona karşı direncini, besin elementi rezervini önemli ölçüde etkiler (Brady veWeil, 2008). Kil bünyeli topraklar verimlilik açısından çok önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen kimi fiziksel özellikleri bakımından yetersiz olabilmektedirler. Kil parçacıkları arasındaki gözenekler çok küçük olup, birbirine geçmiş olduklarından, killi bir toprak içinde suyun ve havanın hareketi çok yavaştır. Büzülme-şişme, plastiklik, su tutma kapasitesi, toprak dayanma kuvveti ve kimyasal adsorpsiyon gibi toprak özellikleri; toprakta

Çizelge 2. Araştırma sahası toprak özelliklerine ait tanımlayıcı bilgiler

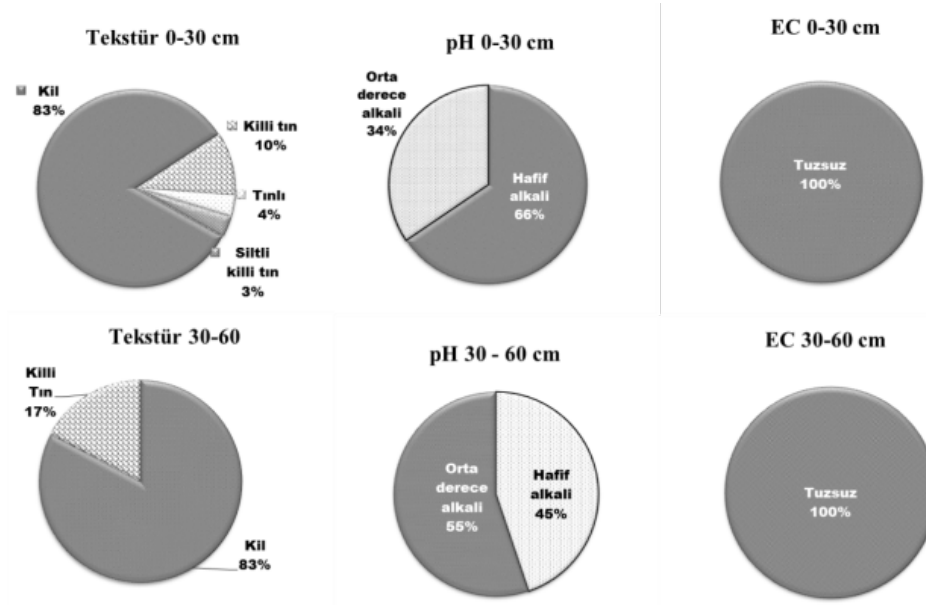
	0-30 cm			30-60 cm		
	En Düşük	En yüksek	Ortalama	En Düşük	En yüksek	Ortalama
Kil %	32	52	42	34	52	43
Silt %	20	38	31	20	38	30.5
Kum %	18	36	27.1	18	39.4	26.5
pH 1/2.5	7.49	8.11	7.91	7.75	8.48	7.98
Kireç %	17.6	35.1	26.9	13.6	39.1	25.6
EC mmhos/cm	0.166	0.567	0.252	0.127	0.372	0.234
Organik Madde %	0.06	3.01	0.77	0.12	2.54	0.69
KDK me/100gr	32.8	64.7	47.4	33.1	58.6	47.7
N %	0.003	0.150	0.039	0.006	0.127	0.035
P kg/da	1.5	20.4	7.2	1.2	18.9	6.3
Ca me/100gr	35.3	76.7	53.56	32.7	79.0	53.3
K me/100gr	0.8	3.3	1.61	0.6	3.3	1.59
Mg me/100gr	8.3	17.2	12.3	4.5	20.5	11.8
Na me/100gr	0.70	3.90	1.23	.30	3.70	1.07
Fe ppm	3.62	14.78	8.67	4.02	14.59	8.46
Mn ppm	4.84	76.84	30.36	8.34	47.90	25.75
Zn ppm	0.34	4.11	0.96	5.07	0.66	0.16
Cu ppm	2.86	13.14	6.14	2.92	13.41	5.06

kilin bulunan miktarı kadar kil minerali çeşidine de bağlıdır (Güzel ve Gülüt, 2010). Elma bahçelerinden alınan yüzey toprak örneklerinin pH değerleri 7.49-8.11 değerleri arasında; alt toprak örneklerinin 7.75-8.48 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Bu değerler kurak iklime sahip olan ve topraklarının çok büyük bir bölümünde tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunan İğdır ovası topraklarının pH değerleri ile uyum göstermektedir (Şimşek ve ark. 2013). Topraklar pH değerlerine göre sınıflandırılmış ve Şekil 1’de verilmiştir. Bun göre 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 38’inin hafif alkali ve % 62’sinin orta derecede alkali sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin ise % 45’inin hafif alkali ve % 55’inin orta derecede alkali sınıfta (Anonymous, 1980) yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 1.). Toprak pH’sı bitki gelişmesi üzerine etkili toprak bakterileri, besin elementlerinin yıkanması, elverişliliği, toprak

strüktürü, çeşitli elementlerin toksitesi gibi toprak faktörleri üzerine etki etmektedir. Bu yüzden toprak pH’sı besin biyo-yararışlılığını ve mikrobiyal aktiviteyi kontrol eden en önemli kimyasal toprak özelliklerinden biridir (Liu ve Hanlon 2012). Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin 0.166-0.567 mmhos/cm değerleri arasında değiştiği görülmektedir.

Araştırma konusu elma bahçelerinde toprak verimliliği açısından büyük önem arz eden organik madde içeriğinin çok düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Zira organik madde içeriği yüzey (0-30cm) topraklarında % 0.06-3.01 arasında değişim gösterirken alt toprak örneklerinde % 0.12-2.54 arasında değişim göstermiştir. Yüzey toprak örneklerinin organik madde içeriğine ait değerlerin sınıflandırılması sonucunda % 72’sinin çok düşük, % 21’inin düşük ve % 7’sinin orta derecede organik madde içeriğine sahip toprak sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Alt toprak örneklerinin ise organik madde içeriği bakımından

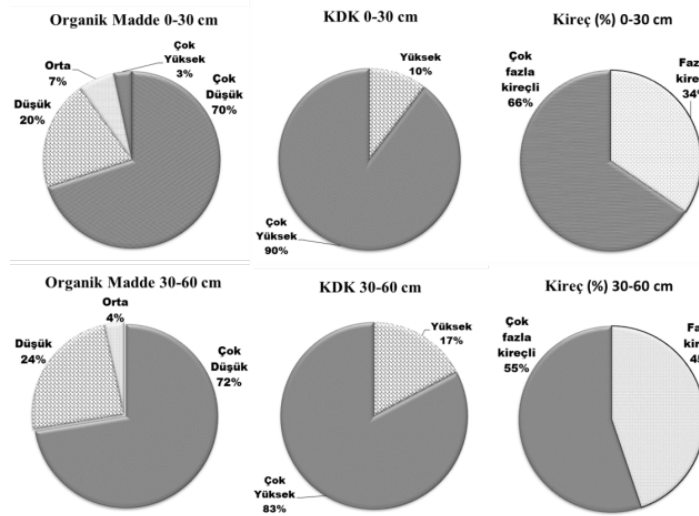
İğdır Ovasındaki Elma Bahçelerinin Toprak Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi



Şekil 1. Toprakların Tekstür, pH ve EC sınıflandırılması

sınıflandırması sonucu % 72'si çok düşük, % 24'ü düşük ve % 4'ü orta organik madde içeriği sınıfında yer almışlardır (Şekil 2). İncelenen elma bahçelerini kation değişim kapasitesi 32.78 me/100 gr ile 64.72 me/ 100 gr arasında değişim göstermiştir. Yapılan sınıflama sonucunda yüzey örneklerinin % 90'ı çok yüksek sınıfında yer alırken % 10'u yüksek sınıfında yer almıştır (Şekil 2). Alt toprak örneklerinin % 83'ü çok yüksek sınıfında ve % 17'si yüksek sınıfında yer almıştır (Şekil 2).

Kasyon absorpsiyonu bitki türlerinin alt tabakalara adapte olmasına fazlaca katkıda bulunan bir faktördür. Toprak parçacıkları negatif yüklüdür ve pozitif yüklü molekülleri bağlarlar. Bu moleküller besin elementleri, su, herbisitler ve diğer toprak katkı maddeleri olabilir. Kasyon değişim kapasitesi günümüzde yaygın olarak toprakların karakterizasyonu ve verimlilik çalışmalarında kullanılmaktadır (Aprile ve Lorandi, 2012). Kasyon değişim kapasitesi toprakların bileşimi ile yakından



Şekil 2. Toprakların organik madde, KDK ve Kireç sınıflandırılması

ilgilidir. Toprakların katyon değişim kapasitesi artan kil, organik madde ve silt içeriğine bağlı olarak yükselmektedir (Goldy, 2011). Örnekleme yapılan elma bahçelerinin katyon değişim kapasitesinin yüksek olmasının nedeninin kil içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüzey toprak örneklerinin kireç içeriği % 17.6-35.1 arasında değişim göstermiş ortalaması % 26.9 olmuştur. Alt toprak örneklerinin kireç içeriği ise % 13.6-39.1 arasında değişim göstermiş ortalaması ise % 25.6 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Yüzey toprak örneklerinin % 34'ü fazla kireçli, % 66'sı ise çok fazla kireçli sınıfta yer alırken, alt toprak örneklerinin % 45'i fazla kireçli, % 55'i ise fazla kireçli sınıfta yer almıştır (Şekil 2). Eyüpoğlu, (1999) 250 000 civarında toprak örneği üzerinde yaptığı değerlendirme sonucunda Türkiye topraklarının organik madde içeriğinin genelde az olduğunu, kireç bakımından ise kireçli toprakların oranının oldukça yüksek olduğunu belirtilmektedir.

Değerler sınıflandırıldığında toprak örneklerinin tamamı tuzsuz sınıfta yer almaktadır (Şekil 1).

Analiz sonuçlarına göre toprakta toplam azot (N) ve bitkiye elverişli fosfor (P) içeriklerinin bitki gelişmesi için gerekli seviyenin altında olduğu belirlenmiştir. Toprakların toplam azot içeriği yüzey örneklerinde % 0.003-0.150, alt toprak örneklerinde % 0.006-0.127 arasında değişim göstermiştir (çizelge 2). Buna göre 0-30 cm derinlikte toplam N bakımından toprakların % 72'si çok az, % 14'ü az ve % 14'ü yeterli sınıfta, 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 72'si çok az sınıfta, % 24'ü az sınıfta ve % 4'ü yeterli sınıfta (Anonymous, 1990) yer almıştır (Şekil 3). Toprakların N içeriğinin düşük olması meyve ağaçlarının N beslenmesini dolayısı ile ağaç gelişimini ve verimi üzerine yapar. Nitekim Raese (1990), elma ve armut ağaçlarında yaptığı araştırmada, yaprak azot içeriği ve meyve veriminin bitkilerin azot beslenmesi ile yakından ilgili olduğunu saptamıştır. Özbek (1981), meyve ağaçlarında uygulanacak azot miktarlarının çok iyi belirlenmesi gerektiğini, azot noksanlığının büyüme ve gelişme geriliğine sebep olduğunu belirtmiştir. Araştırma konusu toprak

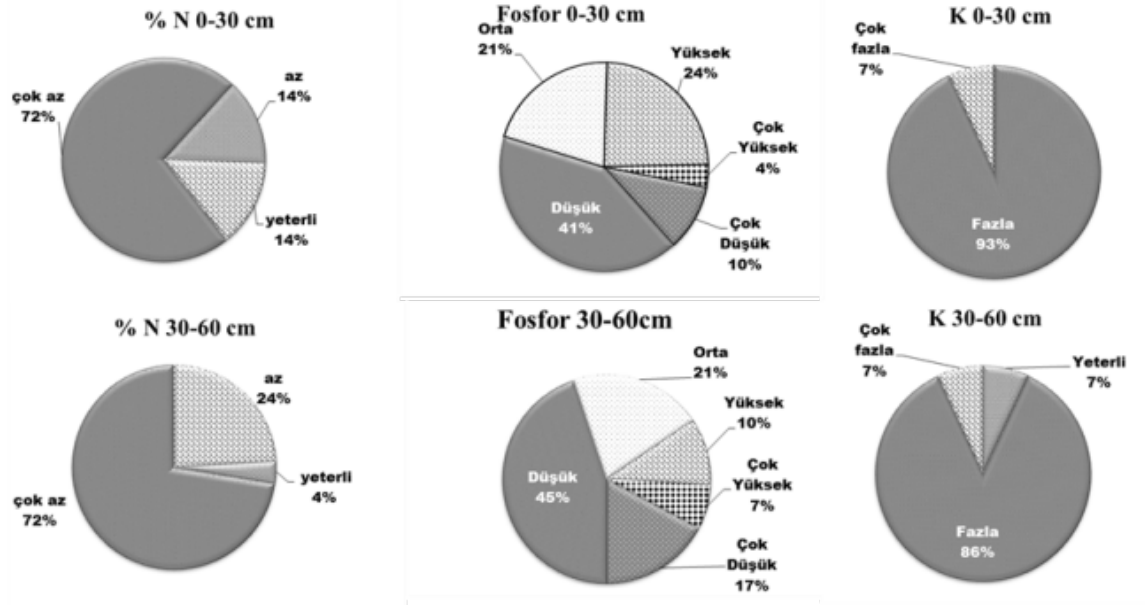
örneklerinin bitkiye elverişli P içerikleri yüzey örneklerinde 1.5-20.4 kg/da, alt örneklerde ise % 1.2-18.9 kg/da arasında değişim göstermiştir. Şekil 3'de görüleceği gibi 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 4'ü çok yüksek, % 24'ü yüksek, % 21'i orta, % 10'u düşük ve % 41'i çok düşük fosfor içeriğine sahip sınıfta yer almıştır. 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin elverişli fosfor içeriği bakımından sınıflandırılması sonucunda % 7'sinin çok yüksek, % 10'unun yüksek, % 21'inin orta, % 17'sinin düşük ve % 45'inin çok düşük sınıfta (Anonymous, 1980) yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 2'de toprak örneklerinin değişebilir potasyum içeriklerine en düşük, en yüksek ve ortalama değerler verilmiştir. Analiz sonuçlarının sınıflandırılması sonucunda 0-30 cm derinlikte değişebilir potasyum bakımında toprakların % 93'ü fazla sınıfta, % 7'si ise çok fazla sınıfta yer almış, 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 86 'sı fazla sınıfta, % 7'si çok fazla sınıfta ve % 7'si yeterli sınıfta (Anonymous ,1990) yer almıştır (Şekil 3).

Toprakların kalsiyum içerikleri yüzey örneklerinde 35.3-76.7 me/100g arsında değişirken; alt toprak örneklerinde 32.7-79.0 me/100 g arasında değişim göstermiştir (çizelge 2). Kalsiyum bakımından yüzey toprakların %97'si fazla, %3'ü ise yeterli sınıfa girerken alt toprak örneklerinin tamamı fazla sınıfta (Anonymous, 1990) yer almıştır (şekil 4). Toprakların değişebilir Mg içeriğiyüzey örneklerinde 8.3-17.2 me/100 g, alt toprak örneklerinde 4.5-20.5 me/100g arasında değişim göstermiştir. Buna göre 0-30 cm derinlikte magnezyum bakımından toprakların %52'si fazla, % 48 'i ise çok fazla sınıfa girmiştir. Değişebilir magnezyum içeriği bakımından 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 62 'si fazla sınıfta, % 38'i ise çok fazla sınıfta (Anonymous, 1990) yer almaktadır (Şekil 4). Şekil 4'de toprak örneklerinin değişebilir sodyum içeriklerine ait sınıflandırma sonucu verilmiştir. Buna göre 0-30 cm derinlikte toprakların %93'ü yüksek, % 7 'si ise çok yüksek; 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 90'ı yüksek, % 7'si orta, % 3'ü ise çok yüksek sınıfta (Anonymous, 2002b) yer almaktadır (Şekil 4).

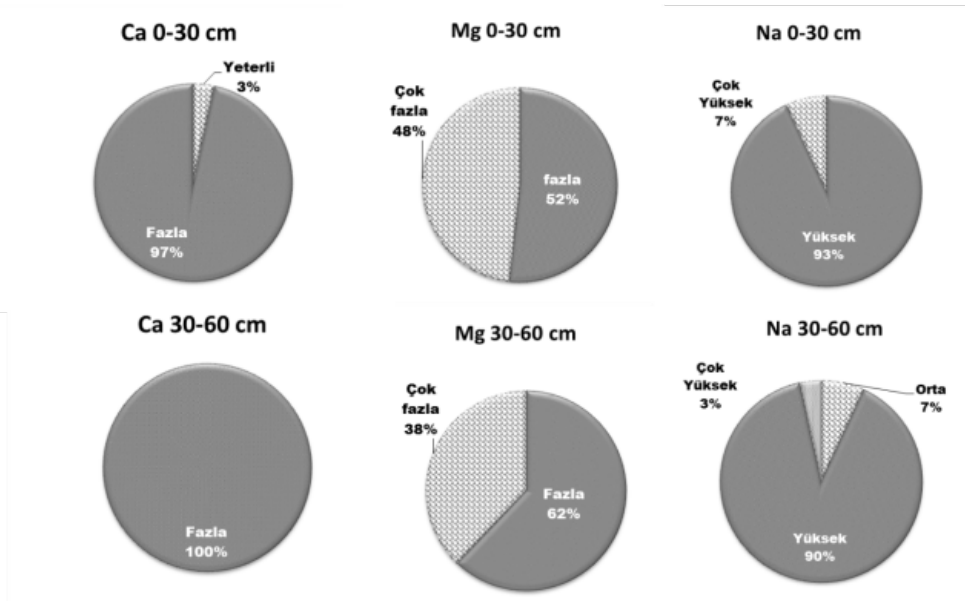
İğdır Ovasındaki Elma Bahçelerinin Toprak Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi

Araştırma konusu elma bahçelerinden alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan bitki tarafından alınabilir Demir, Çinko, Mangan ve Bakır analizlerine ait tanımlayıcı değerler çizelge 2’de verilmiştir. Alınabilir demir bakımından yüzey toprakların % 93’ü yeterli sınıfında , % 7’si ise orta sınıfında; 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 97’si yeterli sınıfında ve % 3’ü orta sınıfında,

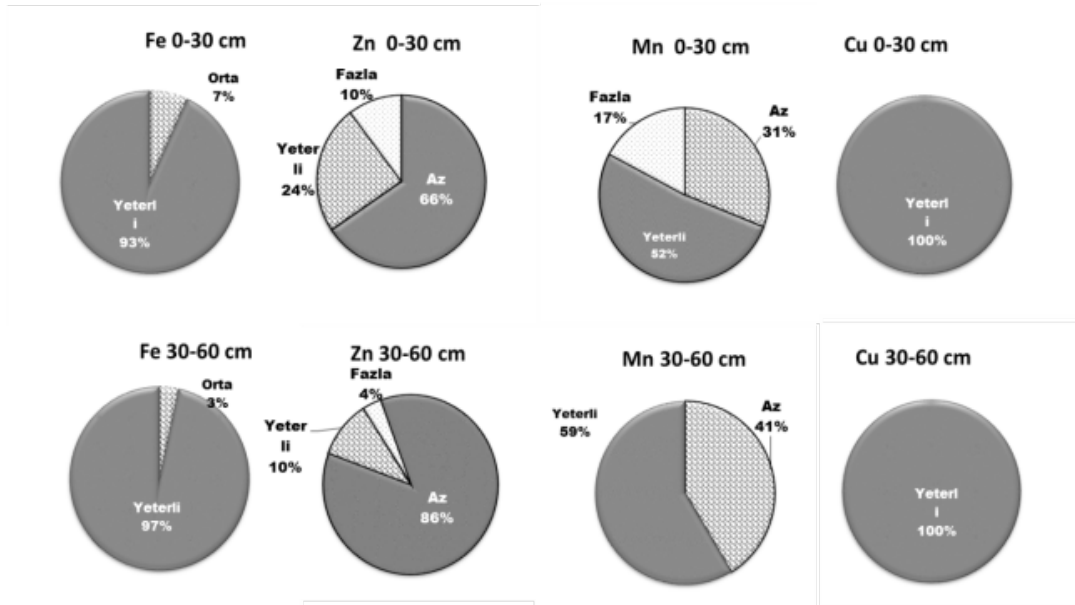
(Lindsay ve Norvell, 1978) yer almaktadır (Şekil 5). Yüzey örneklerinin alınabilir çinko bakımından % 66’sı az sınıfına , % 24’ü yeterli sınıfına , % 10’u ise fazla sınıfına girmiştir. Alınabilir çinko içeriği bakımından alt toprak örneklerinin % 86’sı az sınıfında. % 10’u yeterli sınıfında, % 4’ü ise fazla sınıfında (Lindsay ve Norvell, 1978) yer almaktadır. Alınabilir mangan içeriği bakımından yüzey



Şekil 3. Toprakların toplam N, alınabilir P ve K sınıflandırılması



Şekil 4. Toprakların Ca, Mg, Na sınıflandırılması



Şekil 5. Toprakların mikro element (Fe, Zn, Mn ve Cu) sınıflandırılması

toprakların % 52'si yeterli sınıfına , % 31'i az sınıfına, % 17'si ise fazla sınıfına; alt toprak örneklerinin % 59'u yeterli sınıfına, % 41'i ise az sınıfına (Lindsay ve Norvell, 1978) girmiştir (Şekil 5). Alınabilir bakır bakımından yüzey ve alt örneklerinde toprakların tamamı yeterli sınıfına (Lindsay ve Norvell, 1978) girmiştir (Şekil 5). Toprakların organik madde, kireç ve pH'sı özellikle mikro element içeriğini olumsuz etkiler. Eyüpoğlu ve ark., (1998) pH'nın 8'den yüksek olduğu toprakların yaklaşık % 70'inde Zn noksanlığı görüldüğünü, aynı şekilde kil kapsamının artması ve organik madde düzeyinin düşük olmasının da Zn noksanlığına sebep olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak elde edilen bulgular, İğdır yöresi elma bahçelerinde beslenme sorunları olduğunu, yörede yer alan elma bahçelerinde toprak ve bitki analizlerine dayalı bilinçli bitki beslenme programlarının olmadığını ortaya koymaktadır. Bu sebeple elma üreticilerinin toprak ve yaprak analizlerine gereken önemi vermeleri ve elma ağaçlarının modern ve bilimsel temellere dayalı beslenmeleri ile ilgili olarak bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Yöre elma bahçelerinde yüksek olduğu tespit edilen toprak reaksiyonunun düşürülmesi

amacıyla, başta toz kükürt olmak üzere çeşitli uygulamalar yapılmalı ve gübreleme materyalleri seçilirken fizyolojik yönden asit kökenli gübreler tercih edilmelidir. Diğer taraftan toprakta mevcut mikro besin elementlerinin alınabilmesi için de, yüksek olan toprak reaksiyonlarının düşürülmesi, ayrıca bu elementlerin yaprak gübrecesiyle bitkilere ulaşımının sağlanması gerekmektedir.

Toprak yapısının iyileştirilmesi ve yetersiz seviyede olan organik madde miktarının artırılması için çiftlik gübresi, yeşil gübreleme uygulamaları teşvik edilmelidir. Elma yapraklarında belirlenen azot noksanlığı organik maddenin yetersiz olduğunun en önemli göstergesidir. Genellikle kil bünyeye sahip araştırma bölgesi topraklarında havalanma ve drenaj sorunlarına dikkat edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

İğdır ilinde bugüne kadar yapılan araştırmalarda toprakların besin elementi durumu hakkında yeterli veri oluşturulamamıştır. Dolayısıyla herhangi bir ürün grubunda gübreleme programı yapılabilmesi için veri yetersizliği önemli bir eksikliktir. Bu sebeple ilde tarımı yapılan bütün ürün gruplarında acilen toprakların verimlilik durumu belirlenmeli ve

bu veriler ışığında bitki besleme programları yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma İğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerini Destekleme Fonu (BAP) tarafından 2013-FBE-L08 koduyla desteklenmiştir. Teşekkürlerimizi sunarız. Çalışmada kullanılan veriler Proje kapsamında hazırlanan Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2007. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2014. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri

Anonymous, 1980. *Soil testing and plant analysis*, Bull. 38/1 Food and Agriculture Organization, Rome-Italy.

Anonymous, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. Food and Agriculture Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.

Anonymous, 2002a. Explanation of Physical Analysis and Interpretation. <http://www.dlwc.nsw.gov.au/care/soil/ssu/test/s/test5.htm>

Anonymous, 2002b. Explanation of Chemical Analysis and Interpretation. <http://www.dlwc.nsw.gov.au/care/soil/ssu/test/s/test5.htm#Chemical-Test-Result-Rankings>

Anonim, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi, 2012. www.tuik.gov.tr

Aprile, F., and Lorandi, R., 2012. Evaluation of cation exchange capacity (CEC) in tropical soils using four different analytical methods. *Journal of Agricultural Science*, 4(6):278.

Brady, N. C., and Ray R, Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. 14 ed. Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River. NJ. 990 pp. ISBN: 13-978-0-13-227938-3.

Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 595-624, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.

Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S., 1998. *Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu*. T.C. Başbakanlık K.H.G.M.. Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müd. Ankara.

Eyüpoğlu, F., 1999. *Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu*. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik yayın No: T-67.

Gee, G.W., and Hortage, K.H., 1986. Particle-size analysis. methods of soil analysis, part 1. *physical and mineralogical methods*, second edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.

Goldy, R., 2011. What is your soil cation exchange capacity? Michigan State University extension. http://msue.anr.msu.edu/news/what_is_your_soil_cation_exchange_capacity.

Herrera, E.A., 2001. Fertilization Programs for Apple Orchards. Guide H-319. Extension Horticulturist College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University, 1-4.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. J.*, 42:421-428.

Liu G. and E. Hanlon, 2012. Soil pH Range for Optimum Commercial Vegetable Production. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS120700.pdf>

McLean, E.O., 1982. Soil ph and lime requirement. *Methods of soil analysis part2*. Chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. no: 9 part 2 . edition p: 199-224.

Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. Agronomy. No:9 Part 2. Edition P: 191-197.

Olsen, S.R. and Summers, L.E., 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis*, part 2, page. A.L., R.H. Miller and R.D. Keeney. *Soil Sci. Soc. of Agron.* pp. 404.

- Özbek, N., 1981. *Meyve Ağaçlarının Gübrelenmesi*. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. 280 s. Ankara
- Raese, J.T. 1990. Importance of weed control and nitrogen and fertilizer on growth and yield of young bearing apple and pear trees. *J. Sustainable Agr.* 1:7–18.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2*. chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 149-157.
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part2*. Chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 159-164.
- Şimşek, U., Erdel, E., Tohumcu F., Sürmeli, S., 2013. Iğdır İli Tarım Topraklarının pH ve Tuzluluk Açısından Değerlendirmesi. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi sayfa 56-60, 22-24 Ekim 2013 ,Tokat.
- Walkley, A., and L. A. Black, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.



Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Tülin Narin KARACAN^{*1}

H. Hüseyin ÖZAYTEKİN²

Mert DEDEOĞLU²

Özet

Bu çalışma ile Konya Karapınar’da farklı yaş ve orjinli jeolojik formasyonlar üzerinde oluşan toprakların oluşum süreçleri ortaya konularak, ana materyalin toprakların, fiziksel ve kimyasal verimliliği üzerine etkisi belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre tüm topraklarda pH 7’nin üzerindedir. Toprakların tümü çok kireçlidir. Tekstür kil ile kumlu killi tın arsında değişmiştir. Topraklarda tuzluluğa rastlanmamıştır. Organik madde ana materyalden bağımsız olarak düşük çıkmıştır. Toprakların kil mineralojisi benzer özellik göstermiştir. Primer mineraller açısından volkanik topraklar daha fazla mineral çeşitliliğine sahiptir. Elde edilen verilerden ana materyaldeki farklılığa rağmen toprakların fiziksel ve kimyasal verimliliği açısından önemli bir farklılaşma meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ana materyal, toprak verimliliği

Evaluation of Some of Productivity Parameters According to Parent Materials in the Semi-Arid Environment of Central Anatolia

Abstract

This study presents soil formation processes occurring on geological formations with different ages and origins and the effect of the main material on the soil's physical and chemical efficiency.

According to the results, the pH-value of all soils is over 7. All of the soil is very limely. The texture ranged from clay and sandy clay. There was no salinity in the soil. The organic matter, regardless of the main material, was lower. The clay mineralogy of the soils showed similar features. In terms of prime minerals the volcanic soil has a bigger mineral diversity. According to this the potential chemical productivity of the volcanic soil is higher than of the main material of the other soils

Keywords: Parent materials, soil fertility

Giriş

Topraklar son 9000-10000 yıldır göçebelikten tarım toplumuna geçildiğinden beri yoğun olarak kullanılmaktadır. Topraklardan üst seviyede, verimliliğini kaybetmeden faydalanabilmek için özelliklerinin ve pedojenik süreçlerin bilinmesi önemli bir husustur. Dokuchaev’in toprakların iklim, ana materyal, organizma, topoğrafya ve zamanın ortak etkileri ile oluşumunu ortaya koymasından önce toprakların sadece jeolojik bir materyal

olduğu konsepti oldukça yaygın bir kanaatti. Önceleri topraklar sadece ana materyalin orijinine bağlı olarak glasial topraklar, fluvial topraklar, residual topraklar gibi isimlerle tanımlanmakta ve sınıflandırılmaktaydı. Tanınmış İngiliz jeologun dediği gibi jeolojik formasyonlar kadar toprak çeşidi bulunmalıdır sözü de bu kabulden ortaya çıkmıştır.

Hâlbuki topraklar toprak oluşum faktörlerinin ortak etkisi sonucu oluşurlar (Jeny, 1941). Toprakların, toprak oluşumu için geçen zamana

^{*1}Sorumlu yazar, Ziraat Mühendisi Cep tel: (0507)-821 70 30, tlncrcn@gmail.com.tr

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 42031 Konya Türkiye

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

bağlı olarak değişimleri oldukça farklılık gösterir. Bu değişimler içinde mineral parçalanma ve elementlerin jeokimyasal değişimleri ve toprak bitki su sistemindeki döngüleri gibi konular yer alır. Toprakların bireysel ayrışma oranları, toprak özelliklerindeki değişimler ve çevre şartlarındaki farklılıklar nedeniyle çok değişkendir. Toprakların oluşumunda ana materyalin tabiatı toprakların özelliklerini etkiler ve onların ayrışma oranlarını belirler. Bu etki zamanla fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerin değişimi veya değişik sayılarda horizon farklılaşması gibi olaylarla ortaya çıkar. Kayaların kimyasal ayrışması, elementlerin jeolojik döngüsünde ve dünya yüzeyinin değişmesinde ana jeolojik süreçtir. Bu yüzden farklı doğal ortamlarda, elementlerinin dağılımı ve fraksiyonlaşması bize bu konuda bilgi verir. Toprakların yaşlarının veya ayrışma oranlarının belirlenmesi, Kuvaternerdeki çevresel değişimlerin sayısallaştırılması, anlaşılmasında ve toprakların gelişim proseslerinin ortaya konmasında temel bir yaklaşımdır (Phillips, 1993; Schoetzel ve ark. 1994). Toprakların elementel içeriği ana materyal, yıkanma, elementlerin topraktan ayrılması veya profilde hareketi, dış ortamdan katılım gibi birçok faktör tarafından belirlenir. Ana materyal toprağın başlangıç materyalidir ve toprakların elementel içeriği öncelikli olarak ana materyal tarafından belirlenir. Ayrışma ile toprakların kimyasal kompozisyonu değişir.

Ayrışma kayaç yüzeyinde parçalanmaya neden olur böylece kayaçların ve minerallerin değişimine neden olur. Jeolojik olarak toprak kayaların fiziksel ve kimyasal ayrışmasının son ürünüdür. Kayaç tipi, strüktürü ve iklim öncelikli olarak ayrışmayı kontrol eden faktörlerdir. Kimyasal ayrışmaya dayanıklı minerallerden oluşan kayaçlar ayrışmaya karşı daha dayanıklıdır. Örneğin kuvars gibi ayrışmaya dirençli minerallerin bulunduğu kayaçlar hidrasyon, hidroliz, ve oksidasyon gibi ayrışma olaylarından oldukça az etkilendiği için kuvarsin yaygın olduğu kayaçlarda ayrışma diğer yaygın kayaç türlerine göre daha yavaş olacaktır. Kaya strüktürü ise tüm fiziksel ve kimyasal süreçlere doğal yüzey olarak etki eder. Ayrışma aynı zamanda toprak kalınlığını da

kontrol eder. Toprak oluşumunun başlangıcında toprakların kimyasal kompozisyonu, önemli derecede ana materyalin yapısı tarafından belirlenir. Hâlbuki olgunlaşmış toprağın kimyasal kompozisyonu üzerine, ayrışma ortamının özelliklerinin güçlü etkisi görülür. Zamanla toprağın kimyasal kompozisyonu vejetasyon, topoğrafya ve özellikle iklim tarafından belirlenen pedojenik süreçlerin etkisiyle ana materyalden gittikçe uzaklaşmaya başlar. Bu uzaklaşma başlangıçta elementlerin yeniden dağılımı şeklinde tezahür eder. Sonra profilde horizonlaşma ve son olarak ta peyzajda toprak oluşumu şeklinde ortaya çıkar. (Jenkins and Jones, 1980). Ayrışma boyunca elementlerin mobilizasyonları ve yeniden dağılımları, farklı elementler için, primer minerallerin çözünmesi, sekonder minerallerin oluşumu, redoks süreçleri, materyal taşınımı ve iyon değişimi gibi farklı pedojenik süreçler nedeniyle değişik yollar takip ederek olur. (Middleburg et al., 1988).

Ana materyalin niteliği toprak oluşumunu ve besin elementlerinin elverişliliğini önemli ölçüde etkiler. Jeokimyasal olarak topraklar kayaların kimyasal veya mekanik ayrışmalarının bir ürünüdür. Ve bu materyalin orijinine göre toprak verimli veya verimsiz olur. Özellikle bölgesel düzeyde jeokimyasal etütler çevre ve insan sağlığının korunmasına yönelik kararlar almada, artan miktarda önem kazanmaktadır (Shacklette and Boerngen, 1984; McGrath and Loveland, 1992; Reimann et al., 1998, 2003; Salminen et al., 2005). Toprakların jeokimyasal özelliklerinin yorumlanması sonuç olarak ana materyale ve değişimi hakkındaki bilgilere bağlıdır. Ayrıca ana materyalin jeokimyasal ve mineralojik özellikleri, toprakların ayrışma oranları, element içerikleri, verimliliği, strüktür, su tutma kapasitesi, tamponlama özelliği gibi birçok çevresel özelliğini belirler. Bu nedenle ana materyalin veya ana kayanın kaynağı, pedojenik süreç ve geçmişteki coğrafik faktörler tarafından belirlenen jeolojik değişimlerin ve çeşitliliğin anlaşılması, jeokimyasal özelliklerin değişiminin yorumlanmasında ve jeokimyasal verilerin sosyal alanlarda uygulamalarında karar verme aşamalarında kritik öneme sahiptir.

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma ile Konya Karapınar’da farklı yaş ve orjinli jeolojik formasyonlar üzerinde oluşan toprakların oluşum süreçleri ortaya konularak, ana materyalin toprakların, fiziksel ve kimyasal verimliliğine ve ayrışma oranları üzerine etkisi bölgesel düzeyde belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacını (i) ana materyalin tabiatının toprak verimliliğine etkisinin değerlendirilmesi, (ii) üç farklı ana materyal üzerinde gelişen toprakların ana materyale bağlı olarak toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin değişimlerinin belirlenmesi oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Coğrafik durum

Çalışma alanı Konya'nın ilçelerinden biri olan Karapınar, kent merkezinin 94 km doğusundadır.

Batısında Konya, Karatay ve Çumra, güneydoğusunda Ereğli ve Adana, güneyinde Karaman, kuzeyinde Aksaray vardır.

İklim

Karapınar’ın da içinde yer aldığı Konya Kapalı Havza’sına ait Thorthwaite iklim sınıflandırması; “D;B’1,d,b’2 D:Yarı Kurak B’1: mezotermal d: Su fazlası olmayan veya pek az olan b’2: Kara tesirine yakın iklim” şeklindedir. Ayrıca Trewartha İklim Tipi olarak “Kışları soğuk, yazları sıcak”, Aydeniz iklim tipi olarak “Kurak”, Erinç iklim tipi olarak “Yarı kurak” ve DE Martonne iklim tipi olarak “Yarı kurak” iklim olarak değerlendirilebilir (DMİ, 1972; Erinç, 1984; DMİ, 1988). Karapınar’da ortalama yağış 283,9 mm/yıl olup, bu oran Türkiye ortalamasının (643 mm/yıl) oldukça altındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 11 C⁰, yıllık ortalama buharlaşma ise 692.02 mm’dir. Bu verilerin ışığında hazırlanan yağış-buharlaşma-sıcaklık diyagramlarına göre bölgenin sıcaklık rejimi mesic, rutubet rejimi ise Aridic’dir. (Soil Survey Staff, 1999).

Toprak profillerinin belirlenmesi, tanımlanması ve örneklenmesi

Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli toprak haritaları (Anonim, 1992) ve diğer çalışmalar kullanılarak incelenmiş daha sonra 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita paftaları ile bölge dolaşmış, elde edilen veriler ışığında, çalışma alanında toplam 5 adet profil açılmıştır. Bu bağlamda alivyal (P1), lakustrin (P2,P3),

volkanik (P4,P5) olmak üzere üç farklı ana materyal üzerinde beş adet profil tanımlanmıştır. Her profilin coğrafi koordinatları ve yükseklikleri GPS aleti ile ölçülmüştür.

Profillerin morfolojik incelemesinde 10’luk HCl çözeltisi, geniş yüzeyli bıçak, saf su, Japon tipi renk skalası (Oyama ve Takehara, 1967) ve profil tanımlama kartı kullanılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil SoilSurvey Manual (1993) tarafından belirtilen usuller esas alınarak incelenmiştir. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise SoilSurveyStaff (1999)’a göre yapılmıştır. Laboratuvar analizleri için açılan profillerden horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış, örneklere iz element bulaşması olmaması için plastik malzeme kullanılarak toplanmış ve temiz plastik torbalarda laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kurutularak 2 mm’lik elekten elenmiş ve analizlerde kullanılmak üzere plastik saklama kaplarında depolanmıştır.

Fiziksel ve kimyasal analiz metotları

Çalışmada kullanılan. Söz konusu analizler aşağıda belirtilen metotlara göre yürütülmüştür.

pH: 1:2.5’luk toprak-saf su süspansiyonunda, pH 1:2.5’luk toprak-1N KCL süspansiyonunda, 1:2.5’luk toprak- (SoilSurvey Laboratory Methods Manual, 2004)

EC: 1:2.5’luk toprak-saf su süspansiyonunda EC aleti ile (U.S. SalinityLab. Staff, 1954),

KDK: 1 N sodyum asetat, değişebilir katyonlar amonyum asetat yöntemleri ile belirlenmiştir(U.S. SalinityLab. Staff, 1954).

Organik Madde: Smith-Weldon yaş yakma metodu ile (Hocaoğlu, 1966), Kalsiyum karbonat, Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966),

% Kireç: Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan, 1966),

Değişebilir Katyonlar: Na ve K 1N amonyum asetat yöntemleri ile belirlenmiştir(U.S. SalinityLab. Staff, 1954).

Tekstür: Havada kurutulup 2mm’lik elekten elenmiş toprak örneklerinde parça büyüklüğü dağılımı hidrometre metodu ile (Bouyoucous, 1951),

Hacim Ağırlığı: Hacim ağırlığı, 100 cm³’lük

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

metal silindirler içine alınan örneklerin 105 C°’de kurutularak silindir hacmine bölünmesi ile (Blake ve Hartge, 1986),

Serbet Demir: Amonyum oksalatta ekstrakte edilebilir Fe (Blakemore ve ark., 1987), Na–Ditiyonitte ekstrakte edilebilir Fe (SoilSurveyLaboratoryMethods Manual, 2004),

Kil Mineralojisi ve Primer Mineraller: Primer mineraller için 2mm’den küçük toprak örnekleri mortar grinder da38 mikrondan geçecek şekilde öğütülerek ve 2-40 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Örneklerin mineralojik kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla birincil mineraller için, 2 mm’den küçük toprak örnekleri agat havanda 38 mikrondan geçecek şekilde öğütülmüş ve 2-40 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Kil mineralleri için ise giderme, kil ayırma, kilin doyurulması ve kilin serilmesi işlemleri yapılmış, bu amaçla NaOAC, H₂O₂, sodyum sitrat, sodyum dithionite işlemleri uygulanmış, daha sonra kil fraksiyonu sedimentasyon, dekantasyon ve santrifüjleme ile ayrılmış, Mg ve K ile doyurularak cam slaytlara serilmiştir. Kurutulan preparatların 2-15 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Ayrıca Mg ile doyurulan örnekler gliserol ile muamele edilerek, K ile doyurulan örnekler 550 °C _de ısıtılarak aynı aralıkta difraktogramları alınmıştır (Jackson, 1979). X ışınları kırınimleri Shimadzu XRD-6000 cihazı ile Cu tüp kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca örneklerin KBr ile hazırlanan peletlerinin kızıl ötesi spektrumları alınmıştır (Jackson, 1979).

Total Element Analizi: Kurutulmuş, öğütülmüş ve homojenize edilmiş 2mm’den küçük toprak örneklerinde, ana kayalarda ise yaklaşık 10g kaya parçasının öğütülmesi ile sağlanan örneklerde LiBO₂ / nitrik asitte yakma yöntemiyle elde edilen ekstraktlarda, Majör ve minör elementler ICP AES’de, nadir toprak elementleri ise ICP MS’de okunmuştur. Ana elementler % oksitler şeklinde, minör ve nadir toprak elementleri ise ppb ve ppm olarak

belirlenmiştir. Ayrıca örneklerde yüksek sıcaklıkta yanma kayıpları ölçülerek % olarak belirlenmiştir (Chao ve Sanzolone, 1992).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Morfolojik Özellikler

Çalışmada açılan profiller yaşlı göl tabanı (1025 m), Vadi Tabanı (1010 m), Yaşlı nehir Teras(1025m) ile Eski Nehir Yatağı (1020 m) üzerinde yer alan topraklardan oluşmaktadır.

Profillerde yüzey horizonlarında P1 ve P4 orta granüler, P2 kuvvetli kaba granüler ve P3 zayıf orta granüller, yüzey altı horizonlarda ise P1 orta yarı köşeli blok, P4 kaba köşeli blok, P2 ve P3 masif strüktür saptanmıştır. Ana materyaller ise masif veya teksel strüktürdedir. Profillerde renk 5YR ile 10 YR arasında değişmekte olup genelde yüksek value değerlerine sahiptir. C horizonları ise daha yüksek value değerleri göstermiştir. Profiller ve horizon dizilimleri arasında önemli bir farklılaşmanın bulunmayışı ana materyalin yavaş ayrıştığını, bu da çalışma alanındaki toprakların toprak oluşumlarının benzer olduğunu göstermektedir.

Kimyasal özellikler

Çalışılan profillere ait fiziksel ve kimyasal özelliklere ait değerler Tablo1 ve Tablo 2’de belirtilmiştir. Çalışılan profillerde pH 7.43 ile 8.49 arasında değişmiştir. Toprak verimliliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri de toprak pH’sıdır. Toprak pH’sı direk H iyonu konsantrasyonu nedeniyle bitkilere etki edebildiği gibi, bitki besin elementlerinin elverişliliğine ve alımına, toprak canlıları üzerine, fiksasyon üzerine ve toprak minerallerinin oluşumuna yapmış olduğu etkiler ile toprak verimliliğini etkilemektedir. Topraktaki pH’ nın oluşmasına etki eden faktörler karbonat miktarı ve değişebilir sodyum dur. Tüm profiller de pH alkalidir ve tüm horizonlarda 7’nin üzerindedir. Toprak profillerin de toprak reaksiyonu incelendiğinde, ana materyalin bileşimi ve bazik katyon sağlayan minerallerin bulunması ile orantılı

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 1. Çalışılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Peron	Horizon	Derinlik (cm)	pH (Saf Su) (1/2.5)	EC (µS/cm)	O.M (%)	CaCO ₃ (%)	Baz Doy. (%)	Fosfor (mg/kg)	Azot (ppm)		İz Elementler (ppm)			
									NO ₃	NH ₄	Cu	Fe	Mn	Zn
P1	A	0-20	7.74	152.20	1.18	26.88	100	4.99	37.46	23.71	1.05	1.14	4.55	0.34
	B1k	20-41	7.74	122.63	0.48	26.02	100	4.33	29.99	17.71	0.93	1.06	4.19	0.30
	B2k	41-70	7.71	129.93	0.46	31.08	100	3.39	20.37	3.62	0.88	1.53	5.44	0.30
	BC	70-101	7.80	164.60	0.23	34.47	100	3.68	15.79	2.38	0.54	1.12	3.38	0.29
	C	+101	7.96	192.60	0.26	26.99	100	3.75	17.31	5.66	0.28	0.58	1.01	0.27
P2	A1	0-18	7.71	192.70	1.41	48.59	100	5.14	16.47	3.23	0.64	1.65	3.32	0.46
	B1k	18-40	7.95	166.67	0.27	54.56	100	1.57	13.24	7.87	0.30	1.01	0.94	0.28
	B2k	40-57	8.38	130.87	0.16	37.81	100	8.05	6.34	4.07	0.35	1.18	0.99	0.28
	2C1	57-87	8.49	113.83	0.18	28.76	100	2.44	4.13	1.02	0.35	1.13	0.47	0.28
	2C2	+87	8.47	116.07	0.16	9.26	100	0.61	3.85	1.24	0.46	1.94	0.35	0.29
P3	A1	0-20	7.76	218.67	2.89	50.63	100	21.45	4.07	1.41	0.88	1.96	4.28	0.55
	Bk	20-40	7.77	161.00	0.67	62.00	100	4.77	0.57	1.08	0.75	1.41	4.27	0.33
	C1k	40-65	7.72	147.87	0.48	65.50	100	4.26	1.02	0.34	0.67	1.40	5.27	0.33
	C2k	65-110	7.95	142.90	0.30	75.73	100	3.03	1.13	0.51	0.35	1.12	3.42	0.29
	2C3	+110	8.04	275.67	0.44	67.98	100	3.53	0.62	0.28	0.36	1.16	2.75	0.27
P4	A1	0-27	7.95	127.00	2.01	36.70	100	12.49	6.68	2.49	1.35	2.57	6.30	0.39
	A2	27-49	7.97	122.00	1.30	29.90	100	3.17	6.79	1.64	1.54	3.55	5.99	0.45
	Bw1	49-87	8.06	118.00	1.21	27.60	100	5.79	6.56	0.34	1.37	3.95	4.77	0.32
	Bw2	87-115	8.26	120.00	1.05	27.80	100	4.27	2.38	0.74	1.53	5.05	3.50	0.35
	C1	115-133	8.44	165.00	0.86	61.50	100	2.52	0.96	0.51	0.86	2.64	2.29	0.32
P5	C2r	+133	8.53	222.00	0.37	63.80	100	2.51	2.72	0.74	0.56	1.41	1.08	0.28
	A1	0-15	7.73	186.17	1.76	57.85	100	17.31	1.08	0.45	0.50	1.82	2.39	1.08
	A2	15-35	7.43	642.00	0.63	61.73	100	8.77	0.68	0.34	0.76	1.57	4.69	0.34
	C	35-86	8.05	2036.67	0.19	68.84	100	1.27	0.51	0.34	0.33	1.17	2.07	0.27

olarak yüksek pH’lar oluşmuştur. Bu durum alivyal ve lakustrin karakterdeki ana materyaller için beklenen bir durumdur. Zira bu ana materyaller bol miktarda kireç içermektedir. Dolayısıyla yüksek pH’lar oluşabilmektedir. Volkanik materyal üzerinde oluşan topraklarda ise ana materyalin niteliğine bağlı olarak kireç miktarı çoğunlukla atmosferik depozisyon miktarı ile sınırlı kalmaktadır. Ancak çalışma bölgesinde bulunan volkanik materyalin bazalt- andezit karakterli olması nedeniyle söz konusu ana materyal üzerinde gelişen topraklarda da karbonat oluşumu gözlenmiştir. Zira bazalt ve andezit içinde bol miktarda amfibol, piroksen ve plajiyoklaza bulunmaktadır. Söz konusu mineraller toprakta Ca’nın birincil kaynağını oluşturlar ve oraya çıkan Ca karbonatlarla birleşerek kireci oluşturur. Çalışma alanında da böyle bir oluşum meydana gelmiş ve amfibol, piroksen ve plajiyoklazdan ortaya çıkan Ca kireci oluşturmuş bu da pH’nın 7 den büyük olmasına neden olmuştur. Mineralojik

analizlerde yapılan primer mineral analizleri de bu bulguyu doğrulamaktadır. Sonuç olarak bölgenin etrafında bulunan yüksek kireçli kayalardan beslenen alivyal ve lakustrin materyallerden oluşan topraklarda pH’nın 7 den yüksek olmasının yanında birincil Ca kaynağınca zengin primer mineraller ihtiva eden volkanik kayalar üzerinde oluşan topraklarda da 7 den yüksek pH’lar gözlenmiştir ve çalışma alanında ana materyalin tabiatı pH üzerine etki yapmamıştır. Toprakların elektriksel iletkenlikleri 114 ile 2037 µS.cm⁻¹ arasında değişmiştir. Tüm profiller tuzsuzdur. Profillerin tamamı tuzsuz olup profildeki dağılımları düzensizdir. Topraktaki tuzun en önemli kaynağı Na ve Mg un Cl ve SO₄ tuzlarıdır. Bu tuzlar ise oldukça yüksek çözünürlüğe sahip olup toprakta kristalleşebilmeleri ancak çok yüksek buharlaşmaya ve arazinin taban arazi olmasına bağlıdır. Bölgenin oldukça kurak olmasına rağmen söz konusu tuzların oluşumuna izin verecek miktarda ana materyalden bir katkı

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 1 devamı

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	KDK (mek.100g-1)	Değ. Katyonlar (mek.100g-1)			Hacim ağırlığı (g.cm ⁻³)	TekstürDağılımı (%)			Tarla Kap. (%)	Solma Nok (%)	Faydalı su kap. (%)
				Ca+Mg	Na	K		Kum	Silt	Kil			
P1	A	0-20	27.82	19.70	2.85	5.27	1.28	45.70	27.5	26.80	19.93	11.77	8.16
	B1k	20-41	34.05	28.21	2.01	3.83	1.20	40.70	26.25	33.05	23.60	14.91	8.69
	B2k	41-70	34.87	29.42	2.28	3.17	1.35	41.95	20.00	38.05	22.88	13.47	9.41
	BC	70-101	36.46	31.03	2.37	3.06	1.15	36.95	25.00	38.05	25.27	13.81	11.46
	C	+101	41.35	35.42	3.25	2.68	0.94	46.95	26.25	26.80	31.55	14.11	17.44
P2	A1	0-18	31.25	23.36	0.46	7.43	1.34	44.45	21.25	34.30	21.10	12.02	9.08
	B1k	18-40	33.93	28.54	0.85	4.54	1.10	36.95	15.00	48.05	28.01	15.78	12.23
	B2k	40-57	30.76	26.67	0.79	3.30	1.14	59.45	18.75	21.80	15.20	8.68	6.52
	2C1	57-87	29.46	26.02	0.51	2.93	1.15	64.45	20.00	15.55	11.19	6.57	4.62
	2C2	+87	29.10	26.31	0.39	2.40	-	86.95	2.50	10.55	6.10	3.79	2.31
P3	A1	0-20	41.56	29.61	0.11	11.84	1.03	53.20	25.00	21.80	28.27	15.99	12.28
	Bk	20-40	36.90	28.89	0.76	7.25	1.04	61.95	18.75	19.30	22.82	13.19	9.63
	C1k	40-65	36.54	29.51	0.03	7.00	1.11	69.45	17.50	13.05	22.51	9.92	12.59
	C2k	65-110	34.08	29.14	0.28	4.66	1.15	61.95	30.00	8.05	22.17	10.57	11.06
	2C3	+110	35.14	30.20	0.21	4.73	1.33	56.95	30.00	13.05	21.16	10.57	10.59
P4	A1	0-27	22.67	20.97	0.04	1.66	1.52	41.90	15.50	42.60	25.99	15.34	10.65
	A2	27-49	22.60	21.06	0.11	1.43	1.48	42.90	13.00	44.10	29.20	16.58	12.62
	Bw1	49-87	23.08	21.53	0.16	1.39	1.36	42.90	15.00	42.10	28.55	15.47	13.08
	Bw2	87-115	25.01	23.61	0.26	1.14	1.66	46.90	13.00	40.10	31.23	16.60	14.63
	C1	115-133	14.97	14.40	0.29	0.58	1.41	34.90	12.00	53.10	33.92	16.50	17.42
P5	C2r	+133	13.77	13.13	0.23	0.41	1.40	27.90	14.00	58.10	34.29	17.16	17.13
	A1	0-15	35.79	28.67	0.37	6.75	1.12	84.45	7.50	8.05	13.13	7.59	5.54
	A2	15-35	37.30	24.45	5.15	7.70	1.21	70.70	12.50	16.80	16.08	9.02	7.06
	C	35-86	37.28	14.42	16.62	6.24	1.15	70.70	7.50	21.80	21.35	10.54	10.81

olmamıştır. Tüm ana materyaller üzerinde oluşan toprakların Na ve Mg içerikleri ortalama değerlere yakın olup evaporitlerin oluşumu için ekstra bir kaynak oluşturmamaktadırlar. Toprak arazi pozisyonu da tuzların oluşumuna uygun olmadığı için toprakta tuz birikimi gözlenmemiştir.

Profillerde organik madde içeriği % 0.16 ile % 2.89 arasında değişmiştir. Tüm profillerde organik madde içeriği yüzeyden derine doğru azalma göstermiş, 3 ve 4 nolu profillerde yüzey horizonunda oransal olarak en yüksek değerlere çıkmıştır (%2.89- 2.01). Diğer horizonlarda organik madde içeriği düşüktür. Çalışma alanında açılan profillerin birbirine çok yakın olması iklimin tüm alanlarda benzer olmasına neden olmuştur. Bu da arazi örtüsü üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı için organik madde içeriklerinde ana materyale bağlı olarak önemli bir farklılaşma gözlenmemiştir. Düşük yağış, uzun ve kurak yaz periyodu organik maddenin yüksek değerlere çıkmasına engel olmuştur. Ayrıca organik madde içeriği derinlikle ciddi miktarda

azalmış ve yüzey horizonlarından sonra çok düşük değerlere inmiştir. En yüksek organik madde içeriği P3 ve P4'tedir. Bu durum söz konusu profillerin açıldığı alanın mera olmasından kaynaklanmıştır. Topraklar organik madde içerikleri bakımından gruplandırıldığında P3 orta diğer profille ise az sınıfında yer almışlardır.

Topraklarda KDK 13.14-41.56 me.100g⁻¹ arasında dağılım göstermiştir. KDK horizonların kil ve organik madde miktarı ile ilişkili olarak değişmiştir. Çalışma alanındaki toprakların KDK'leri bazı horizonlarda düşük organik maddeye rağmen yüksek değerlere çıkmıştır. KDK'nın bu kadar yüksek değerlere çıkması yüksek yük yoğunluklu tabakalı alimino silikatların (smektit) varlığını göstermektedir. Nitekim mineralojik analiz sonuçlarıda profillerde smektitlerin varlığını kanıtlamaktadır. Genel olarak yüksek arazilerde 1:1 tipi killeri, taban arazilerde ise 2:1 tipi killeri yağın olarak bulunur. Çalışılan profillerde yetersiz toprak oluşum şartları nedeniyle fizyografik üniteler arasında kil mineralojisi

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

açısından önemli bir farklılaşma ortaya çıkmamış bu da KDK ‘nın profiller arasında önemli bir değişim göstermesine engel olmuştur.

Topraklarda değişebilir katyonlar yüzey horizonlarda $Ca+Mg>K>Na$ iken, yüzey altı horizonlarda $Ca+Mg>Na>K$ olarak gerçekleşmiştir. Profillerde $Ca+Mg$ 13.13-35.42 me.100 g⁻¹, Na 0.03-16.62 me.100 g⁻¹ ve K 0.41-11.84 me.100 g⁻¹ arasında değişmiştir. Değişebilir katyonların miktarı K dışında derinlikle düzensiz bir değişim göstermiştir.

Baz doygunluğu % 100 olarak bulunmuştur. Topraklardaki bazik katyonlar bolluk sırasına göre yüzeyde $Ca+Mg>K>Na$ şeklinde iken derinlikte $Ca+Mg>Na>K$ şeklinde sıralanmıştır. Bu durum ana materyalde bulunan feldspatların Ca ve Na’ca zengin olduğunu göstermektedir. K’un yüzeyde daha yüksek değerler göstermesi ise bitkisel döngü nedeniyle yüzeye taşınması sonucu oluşmuştur. Ana materyallerin de bileşimi ve Ca, ve Na’lu (plajiyoklas) minerallerin ayrışmasına bağlı olarak değişim kompleksleri çoğunlukla Ca ve Mg’ca doygunudur ve baz doygunluğu % 100 dür. KDK’nın % 100 olması, düşük yağışın bazların yıkanmasına yetmediğini göstermektedir. Ana materyaldeki farklılıklarda baz doygunluğu üzerine herhangi bir etki göstermemiş ve tüm profillerde benzer sonuç elde edilmiştir. Kireç toprak verimliliğini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kireç toprak yapısını oluşması açısından önemli bir elementtir. Toprakta yaygın bir mineral olan kalsitin rombik kristalleri çoğu kez birbiriyle birleşmiş ve agregatlaşmış haldedir. Bunlar su ve havanın hareketi için olumlu gözenekli bir ortam yaratarak, toprağın fiziksel verimliliğini arttırmaktadır. Üstelik ince kireç toprakta eriyerek ortama kalsiyum iyonları vermekte bu iyonlar killeri folüke ederek fiziksel bakımından uygun bir geometri oluşmasına yol açmaktadır. Ancak yüksek kireç başta mikro besin elementleri olmak üzere birçok besin elementinin elverişliliğini azalttığı gibi makro besin elementleri ile Ca arasındaki dengeyi de bozarak onların alımını etkilemektedir. Kloroz en çok kireçli topraklarda görülen yaygın problemlerden biridir. Tüm profiller de yüksek kireç içeriğine rastlanmıştır. Kireç miktarı %

9.26 ile % 75.73 arasında değişmiştir. Profillerde kireç P3, P4 ve P5 profillerinde yüzey horizonlarından anamateryale doğru artma eğilimi göstermiştir. Profillerde HCl ile tüm horizonlarında çok güçlü reaksiyon tespit edilmiştir. Profil tanımlamalarından da anlaşıldığı gibi 4 ve 5 numaralı profiller hariç tüm profillerde A horizonuna ek olarak zayıf gelişmiş kalsik B horizonu veya kalsik C horizonu yer almıştır. Her ne kadar profillerde bir kireç hareketi gözlemlense de yağışın az olması $CaCO_3$ ’ün yıkanmasına yetmemiştir. Bölgenin düşük yağış kapasitesi kirecin tamamen profilden yıkanmasına engel olmuştur. Kireç içeriği özellikle P1 ve P2 profillerinde olduğu gibi depolanma deseninde görülen farklılıklar nedeniyle düzensiz bir dağılım göstermiştir. P2 de profil içinde kumlu katmanların bulunması kireç içeriğini etkilemiştir. P3 de ise çok kireçli lakustrin ana materyalin yapısına uygun olarak kireç içeriği hem yüksek rakamlara ulaşmış hem de ana materyale doğru artmıştır. P4 ve P5 ana materyal volkanik karakterli olmasına rağmen yüksek kireç bulunmuştur. Volkanik topraklarda bulunan kirecin 4 kaynağı olduğu bilinmektedir. Bunlar; 1. Bazaltik lavların akarken altında bulunan kireçli materyalden bünyesine parça alması, 2. Bazalta bulunan Ca’lu minerallerin uygun ortamlarda $CaCO_3$ oluşturmaları, 3. Bazaltik lavların akmasından sonra kireççe zengin hidrotermal suların gözeneklerde kristalizasyonu, 4. Kireç içeren rüzgar materyalleri ile rekalsifikasyondur (Kapur, 1980, Gürel, 1992; Karaman 1995). Çalışma alanında da volkanik materyal üzerinde açılan toprakların ana materyalin özellikle andezit bazalt olması ve bu anamateryal içinde bulunan amfibollerin ayrışması ile ortaya çıkan primer Ca karbonatlarla birleşerek kireci oluşturmuştur. Dolayısıyla ana materyalinin yapısı farklı olmasına rağmen çalışılan profillerin tümü yüksek kireç içeriğine sahip olmuştur. Topraklar kireç içeriklerine göre sınıflandırıldığında %15-25 den fazla kireç ihtiva eden topraklar fazla kireçli ve % 25 den fazla kireç ihtiva edenler ise çok fazla kireçli olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre çalışma alanında açılan tüm profiller çok fazla kireçli sınıfta yer almakta olup, ana materyal çeşitliliğine rağmen tüm profillerde yüksek

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

kireç miktarına bağlı verimlilik problemleri görülmektedir.

Tekstür toprak verimliliğini etkileyen en önemli özelliklerden biridir. Toprak tekstürü toprak havalanması, KDK, su hareketi ve faydalı su kapasitesi, agregat oluşumu ve stabilitesi, erozyona karşı direnç, besin elementi rezervi, toprak tavı ve ısısal özellikleri gibi birçok önemli verimlilik unsuru üzerine etki eder. Bu nedenle toprak tekstürü verimlilik üzerine doğrudan veya dolaylı önemli etkisi olduğu için dikkate alınacak ilk özelliklerden biridir. Toprakların tekstürü P4 hariç diğer profillerde kaba ve kabaya yakın tınlı kumla killi tın arasında değişmiştir. P4 ise ince bünyeli olup kil ve bir horizonunda kumlu kil yapıdadır. Toprakların kil içeriği % 8.05 ile % 58.1 arasında değişmiştir. En yüksek kil içeriğine 4 nolu profilde rastlanmıştır. Kum içeriği % 27.9 ile 86.95 arasında değişmiştir. En yüksek kum içeriğine P2 ve P5 de rastlanmıştır. Zira P2 de profilde bir kum katmanının olması P5 ise kolivyal yapıda olması bu profillerde yüksek kum içeriklerinin saptanmasına neden olmuştur. Silt içerikleri ise %2.5 -30.0 arasında dağılım göstermiştir. Toprak tekstürüne ana materyalin etkisi P4 gözlenmiştir. Bu profilin andezit-bazalt yapıda bulunması nedeniyle sahip olduğu yüksek miktardaki ferromagnezyumlu mineraller ile feldispatların kolay ayrışabilir olması bu profilin daha ince yapıya sahip olmasına neden olmuştur. Bu özellikleri itibarıyla P4 ve P5 dışındaki profiller tekstürel anlamda çok sorunlu görülmemektedir. P4 de ise yüksek kil içeriği nedeniyle özellikle fiziksel verimliliğine olumsuz etki yapabilecektir. P5 ise yüksek kum içeriği nedeniyle faydalı su kapasitesi ve besin elementleri miktarı açısından sorunlu görülmektedir. Faydalı su kapasitesi anlamında P3’de de kısıtlamalar görülebilecektir.

Hacim ağırlığı toprak fiziksel verimliliğine etki eden önemli faktörlerden biridir. Zira yüksek hacim ağırlığı genelde toprak sıkışmasının bir sonucudur. Bu da toprak gözenekliliğini azaltarak havalanma kapasitesini ve faydalı su tutma kapasitesini düşürür. Bu nedenle yüksek hacim ağırlığı toprak verimliliği için istenmeyen bir durumdur. Hacim ağırlığı değerleri $0.94 - 1.66 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişim

göstermiştir. Genelde hacim ağırlığı değerleri normal sınırlar içinde saptanmıştır. Ancak özellikle bazı horizonlarda ortaya çıkan yüksek kil içeriği ve kilin sıkı paketlenmesi nedeniyle yüksek değerler gözlenmiştir. Ancak hacim ağırlığına ana materyalin tek bir etkisi gözlenmemiştir.

Toprakların mineralojik içeriklerinin ana materyalden etkilenip etkilenmediğini belirlemek için yapılan mineralojik analizler sonucu Profilde horizonlar arasında killerin dağılımında anlamlı farklar saptanmamıştır. Yüzeyde illit miktarı biraz daha fazladır ve oransal olarak daha iyi kristallidir. P1, P2, P3 ve P5 de en bol bulunan kil minerali smektittir. Bunu sırasıyla illit ve kaolinit takip etmektedir. Karacadağ volkanik materyali üzerinde oluşan topraklarda ise smektit, kaolinit ve illit şeklinde olmuştur.

Tüm toprak gövdesinde birincil mineralleri belirlemek için çekilen difraktomlarda P1, P2, P3 ve P5 de topraklarda birincil mineral olarak tüm profillerde kuvars, kalsit, en bol bulunan mineralleri oluşturmaktadır. Bunu az miktarda feldspat, hematit ve kristobalit takip etmiştir. Profiller arasında en yüksek farklılık primer mineral içeriği açısından oluşmuştur. P4 de başat primer mineraller feldisfat (albit, anortit) apatit ve hematit olmuştur. Bunu amfibol ve piroksenler (diyopsit, aktinolit, tremolit, hornblent, olivin ve biyotit takip etmiştir. Çok az miktarlar da kuvars ve kalsit de tespit edilmiştir.

Toprakların besin elementi içerikleri ana kayanın mineralojik yapısıyla doğrudan ilgilidir. Özellikle ayrışmanın ve yıkanmanın düşük olduğu kurak bölgelerde ve oluşumunun başlangıcındaki genç topraklarda bu etki daha yoğun görülür.

Çalışılan profillerde Fe miktarı $0.58-5.05 \text{ mg.kg}^{-1}$ arasında değişmiştir. Fe içeriği sadece P4’te orta ve fazla seviyede iken diğer profillerde az düzeydedir. Fe içeriği çok düzenli olmasa da genel olarak derinlikle azalma eğilimindedir. En yüksek Fe içeriği P4 de görülmüştür. Bu durum yüksek miktarda biyotit gibi Fe’li mineraller içeren volkanik anamateryalin yapısıyla uyum içindedir. Nitekim mineralojik analizler sonucu tespit

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

edilen biyotit varlığı da bu durumu desteklemektedir.

Çalışılan topraklarda Mn içeriği 0.35- 6.30 mg.kg⁻¹ arasında değişmiştir. Mn içeriği derinliğe bağlı olarak azalma eğilimi göstermiştir. Mn içeriği açısından P1 ve P2 çok az P3 ve P4 ise yüzey horizonlarında az yüzey altı horizonlarda ise çok az Mn içermektedir. Ana materyalin etkisi sınırlı olmakla beraber volkanik ana materyallerin olumlu etkisi şeklinde gözlenmiştir.

Çalışma alanındaki topraklarda Cu içeriği 0,28-1,54 mg.kg⁻¹ arasında değişmiş olup derinlikle birlikte azalma eğilimi göstermiştir. Topraklar Cu içerikleri açısından tüm profiller yeterli seviyede Cu ihtiva etmektedir. En yüksek Cu içerikleri P4 volkanik ana materyal üzerinde oluşan topraklarda görülmüştür.

Çalışma alanındaki topraklarda 0.27- 1.08 mg.kg⁻¹ arasında değişmiş olup tüm profillerde az seviyededir. Ana materyalin etkisi toprakların çinko kapsamları üzerine belirgin bir etki yapmamıştır.

Çalışılan profillerde NO₃ azotu 0.51 ile 37.46 mg.kg⁻¹ arasında değişmiştir. Topraklarda NO₃-N açısından yeterlilik sınır 20 mg.kg⁻¹ olup P1’in yüzey horizonu hariç tüm profiller NO₃-N açısından yetersiz seviyededir. Benzer durum NH₄-N için de geçerli olup tüm profiller NH₄-N açısından yetersiz seviyededir. NH₄-N miktarı 0.28 -23.71 mg.kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Hem NO₃-N hem de NH₄-N azotu en yüksek P1 de saptanmıştır. Ayrıca P1 de N içeriği derinlikle düzenli bir değişim trendi göstermez iken diğer profillerde derinlikle birlikte azalma göstermiştir. Bu durum alivyal toprakların davranışı ile uyum içindedir. Genel olarak N in mineralojik bir fiksasyona uğradığı saptanmamıştır.

Çalışma alanında da volkanik ana materyallerde mineral içeriğine bağlı olarak daha yüksek fosfor olmasına rağmen düşük ayrışma ve başta kireç ve pH olmak üzere fosfor yarayışlılığını etkileyen faktörlerin benzer olması fosfor seviyeleri arasında ana materyale bağlı olarak bir farklılaşmanın oluşmasını engellemiştir.

Tarla kapasitesi, Solma noktası faydalı su kapasitesi toprakta bitkinin alabileceği suyun enerjisini dolayısıyla su miktarını belirleyen önemli bir fiziksel özelliktir. Bu özellik

toprakların tekstürü, organik madde miktarı ve strüktürel yapıları ile doğrudan ilişkilidir. Genel anlamda zor ayrışabilir mineraller içeren topraklar kumlu yapıda, kolay ayrışabilir mineraller içeren topraklar ise killi yapıda oluşurlar. Çalışma alanındaki topraklarda faydalı su kapasitesi toprakların kil içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Ancak en yüksek değerlere tekstürel yapısı hemen hemen tüm profilde kil olan P4 rastlanmıştır. Bu bulgu yukarıda açıklanan mineral ayrışma ve kil oluşumu ile uyum içinde görülmektedir

Ağır metal, periyodik cetvelin (öğeler çizelgesi), üçüncü ya da daha yüksek periyodunda bulunan metaller için kullanılan ve bilimsel olmayan bir deyimdir. Genel olarak zehirli ve çevre kirliliğine neden olan tüm metaller ağır metal olarak adlandırılmaktadır.

Çalışılan profillerde Hg 0-0.02, Cd 0.01-0.4, Pb 4.3-20.5, Cu 7.2-25.3, Ni 24-62.5, Zn 9-49 ve Cr 123.28-287.67 arasında değişim göstermiştir. Krom hariç çalışılan diğer tüm ağır metal konsantrasyonları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerlerinde belirtilen üst sınırların altında tespit edilmiştir. Cr için ise üst sınır olan 100 ppm aşılmıştır. Ancak yine aynı yönetmelikte yer alan “Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir” hükmü dikkate alındığında Cr içinde önemli bir yüksek dozdan bahsetmek söz konusu değildir. Dolayısıyla çalışılan profiller de herhangi bir ağır metal kirliliği saptanmamıştır.

Sonuç ve Tartışma

Bölgede farklı karakterdeki ana materyallere rağmen birçok verimlilik parametresi arasında önemli farklılaşmalar görülmemiştir. Bu duruma volkanik ana materyal dışındaki diğer ana materyallerin alivyal karakterde olması ve çevreden gelen çok farklı nitelikteki mineralleri bünyelerinde barındırması ve özellikler volkanik ana materyalin bünyesinde bolca Ca feldispatlar içermesinden kaynaklanmıştır. Sonuç olarak bölgede Holosen süresince devam etmekte olan klimatolojik faktörler

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Kuvarterner’in son döneminde diğer toprak yapan faktörlerin etkisini önemli ölçüde değiştirecek miktarda etkili olamamıştır ya da söz konusu şartlarda profil farklılaşması için yeterli zaman geçmemiştir..

Teşekkür.

Bu çalışma Tülin Narin Karacan tarafından yürütülen, Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana materyalin Bazı Toprak Özellikleri ve Verimliliğine Etkisinin Belirlenmesi isimli yüksek lisans çalışmasından alınmıştır. Söz konusu çalışma Selçuk Üniversitesi Bap koordinatörlüğü tarafından 15201080 nolu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar Selçuk Üniversitesi Bap koordinatörlüğü’ne ve çalışanlarına teşekkür eder.

Kaynaklar

- Anonim, Konya İli Arazi Varlığı. T.K.B. Köy Hizm. Gen. Md.lüğü Yay. Rapor No: 42, Ankara,(1992)
- Bouyoucous, G. J., Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron* (1951a) 43 (434-438).
- Blake, G. R., Hartge, K. H., Bulk Density. in: Klute, A., (Ed.), *Methods of Soil analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph No: 9. SSSA, Madison, WI, (1986). Pp. 363-375.
- Blakemore, L. C., Searle, P. L. and Daly, B. K., *Methods for Chemical Analysis of Soils*. N.Z. Soil Bureau Scientific Report. Vol: 80. N.Z. Soil Bureau, Lower Hutt, New Zeland, (1987) Pp: 1390.
- Chao, T. T., Sanzalone, R.F., *Decomposition Techniques*. *Journal of Geochemical Exploration*. 1992, 106 (44-65).
- Erinç, S. (1984). *Climatology and its methods*. *Marine Science, Institute of Geography, Istanbul University Press: Istanbul, Turkey (in Turkish)*.
- Gürel, A. N., Ceylanpınar Ovasında Bazalt Akıntıları Üzerinde Oluşan Toprakların Genesileri (Doktora Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Adana, (1992).
- HIZALAN, E., Ünalın, H., *Toprakta Önemli Kimyasal Analizler*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 278, (1966).
- Hocaoğlu, Ö. L., *Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zirai Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No 9, (1966).
- Jackson, M. L., *Soil Chemical Analysis. Advanced Course*. Department of Soil Science University of Wisconsin, Madison, Vis. 53706, (1979), Pp: 468-509.
- Jeeny, H., *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill, Newyork, (1941) Pp:281.
- Jenkins, D. A., & Jones, R. W. (1980). Trace elements in rocks, soils, plants, and animals: Introduction. *Applied soil trace elements*. edited by Brian E. Davies.
- Kapur, S., Karacadağ Yöresi Bazalt Ana Kayaları Üzerinde Yer Alan Toprakların Oluşumları ve Sınıflandırılması (Doçentlik Tezi), Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi (S: 115) Adana, 1980.
- Karaman, C., Kapur, S., Öztürk, N., *Smektitik Topraklarda Mikro Yapının Görüntü İşleme Teknikleri İle Sınıflandırılması*. Yeryüzü ve Doğal Kaynakların İncelenmesinde Uzaktan Algılamının Kullanımı Workshop I. Kil Bilimleri Türk Milli Komitesi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Editörler: Cemil Cangir, Asuman Türkmenoğlu, Adana, (1995) S: 44-54.
- Middelburg, J. J., van der Weijden, C. H. ve Woittiez, J. R. W., 1988, Chemical processes affecting the mobility of major, minor and trace elements during weathering of granitic rocks, *Chemical Geology*, 68 (3), 253-273.
- Oyama, M., Takehra, H., *Revised Standard Soil Color Charts Japon*, 1967.
- Phillips, J.D., 1993, Progressive and regressive pedogenesis and complex soil evolution: Quaternary Research, 40, 169-176.
- Schoetzel, R.J., Barrett, L.R., and Winkler, 1994, Choosing models for soil chronofunctions and fitting them to data: *European Journal of Soil Science*, 45, 219-232
- Shacklette, H. T., & Boerngen, J. G. (1984). Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States.

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

- McGrath, S. P., & Loveland, P. J. (1992). *The soil geochemical atlas of England and Wales*. Blackie Academic & Professional.
- Reimann, C. (1998). *Environmental geochemical atlas of the central Barents region*. Geological Survey of Norway.
- Salminen, R., Batista, M. J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., ... & Heitzmann, P. (2005). *Geochemical atlas of Europe, part 1, background information, methodology and maps*. Geological survey of Finland.
- Soil Survey Manual, Soil Survey Manual. USDA Handbokk (1993). No 18
- Soil Survey Staff, Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and interpreting Soil Survey. USDA agriculture Handbook Washington D.C. (1999). No: 436
- Soil Survey Laboratory Methods Manual, United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Investigations, (2004) Report No. 42.
- U. S. Salinity Lab. Staff, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook (1954) No 60 USDA.

Orta Anadolu’da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi



Şanlıurfa’da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punicum granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi*

Mahmut ÇALMAN¹

İlhan KIZILGÖZ²

Özet

Narın, son yıllarda ülkemizde olduğu gibi Şanlıurfa’da da geniş alanlarda üretimi yapılmakta olup; gerek sofralık olarak ve gerekse sanayide önemli oranda tüketim olanağı bulmuştur. Araştırma, bu bakımdan önemlidir. Araştırma sonuçlarına göre, nar bahçesi topraklarının büyük bir çoğunluğunun hafif alkalın reaksiyona sahip olup; kil bünyelidir. Organik madde düzeyi yetersizdir. Ancak, toprakların EC değerlerinde tarımsal aktiviteyi engelleyecek herhangi bir kısıtlama durumu saptanmamıştır. Toprakların P kapsamları yüksek kireç ve pH’ya içeriğine rağmen, çoğunlukla “yeterli”dir. İncelenen nar bahçelerinde potasyum bakımından toprakların genelde iyi durumda (yeterli) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, nar ağaçlarının % 31’inde Zn noksanlığı belirlenmiş, bahçelerde yetiştirilen narların % 69’unun çinko ile normal düzeyde beslendiği görülmüştür. Bitkideki çinko noksanlığının en önemli nedenleri olarak toprakta düşük düzeydeki nem oranı, yüksek fosfor, pH ve kireç içeriği, ayrıca aşırı fosforlu gübre kullanımı gibi faktörler söylenebilir. Araştırmayla topraklarda alınabilir çinko noksanlığı saptanamamıştır.

Anahtar kelimeler: Hicaz nar, çinko, toprak, Şanlıurfa

Zinc Deficiency and in Hicaz Pomegranate (*Punicum granatum* spp.) Grown in Sanliurfa

Abstract: Pomegranate, whether it is for daily (out-of-hand or at the table) or industrial use, has recently witnessed increased cultivation and production in Sanliurfa district of Turkey. The present study found that majority of pomegranate orchards had clay and slightly alkaline soils. Although organic matter was low, electrical conductivity values were not indicative of those associated with problem soils. Soil phosphorus (P) appeared adequate, despite high calcium and pH. In pomegranate orchards surveyed, soil potassium was generally adequate.

The survey revealed that 31% of pomegranate trees were Zn-deficient, while 69% were Zn-sufficient. The factors inducing Zn deficiency in pomegranate trees included low soil moisture, high soil P, calcium and pH, and high application of P fertilizer. There was no evidence of available Zn deficiency in soils.

Key words: Hicaz pomegranate, zinc, soil, Sanliurfa

Giriş

Nar, Şanlıurfa da yetiştirilen başlıca ekonomik getirisi olan meyvelerden biridir. Son zamanlarda Hicaz narın üretim alanlarının Şanlıurfa’da artış göstermesi, beraberinde birtakım beslenme sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu beslenme

sorunlarından bir tanesi de çinko noksanlığıdır. Bitkilerde önemli metabolik işlevlere sahip olan çinko, azot metabolizması ile yakından ilgilidir. Çinko eksikliğinin ilk göstergesinin RNA sentezinde azalma olduğu, bu azalmanın da protein oluşumunu engellediği, glikozun, protein türünden olmayan azot ve DNA

*Bu makale, HRÜ FBE tarafından 22/04/2016 tarihinde kabul edilen Mahmut Çalman’a ait Y. Lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi, Şanlıurfa

² Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

Şanlıurfa'da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punicum granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi

düzeylerinin oransal olarak artmasını sağladığı bildirilmektedir.

bitkilerin çinko eksikliği göstermesi, ürün miktarındaki düşüşe bağlı olarak ekonomik kayıp olarak karşımıza çıksa da, kalite kaybına bağlı olarak beslenme sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle bitkilerin çinko eksikliğinin giderilmesi için gerekli uygulamaların yapılması son derece önemlidir. Bitkiler tarafından çinkonun alınmasında ve çinkolu gübrelemeden maksimum yararın sağlanmasında, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra toprağın kireç, fosfor, demir, bakır ve mangan kapsamları da etkili olmaktadır.

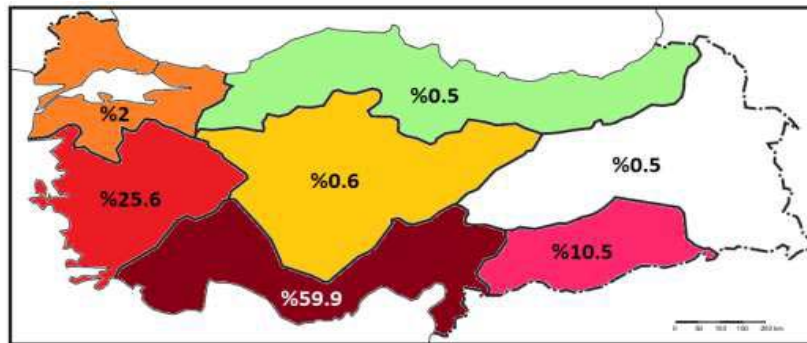
Özgüven ve Yılmaz (2000), narın dünya üzerindeki yayılışını; ABD, Afganistan, Çin, Fas, Filistin, Hindistan, Irak, İran, İspanya, İsrail, İtalya, Kıbrıs, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Tayland, Tunus, Türkiye ve diğer bazı ülkeler olarak bildirmektedir. Nar yetiştiriciliği dünyada sınırlı alanlarda yapıldığından, üretimi ve dünya nar ticareti küçük çaplarda yapılabilmektedir.

Lansky ve ark. (1998), tarafından bildirildiğine göre, Türkiye narın anavatanı sınırları içerisinde olup, binlerce yıldır bu meyveyi üretmekte ve tüketmektedir. Üretim yoğunluğu Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ve Ege bölgelerindedir. Ayrıca Karaman'da Göksu Vadisi, Bilecik ve Eskişehir'de Sakarya Vadisi, mikro klima özelliği gösteren önemli nar üretim alanlarıdır. Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgesi için uygun olan tatlı, mayhoş, ekşi, erkenci, orta ve geççi çeşitler saptanmıştır. Doğu Anadolu bölgesinde mikro klima özelliğine sahip bazı

vadilerde önemli düzeyde nar popülasyonları bulunmaktadır. Nar genellikle taze olarak kullanılmakta olup bunun yanında, nar pekmezi, nar ekşisi, meyve suyu, konserve, boya, ilaç, sirke, sitrik asit ve hayvan yemi üretimi gibi çok çeşitli endüstri kollarında nardan yararlanılmaktadır. Nar çekirdeklerinden bitkisel yağ üretilmektedir.

Nar genel olarak vücudu ve kalbi kuvvetlendirmede, ishali, öksürüğü, kabızlığı, mide yanmalarını ve kusmayı kesmede, vücuttaki bazı ağrıların giderilmesinde, şerit düşürmede, idrar söktürmede, boğaz, göğüs, akciğer ve mideye olan yararları, tansiyon düşürücü, ateşli hastalıklarda ateş düşürücü ve damar tıkanıklığını önleyici etkiye sahip olmasından dolayı yüzyıllardan beri halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Antimikrobiyal, antiparasitik, antiviral ve antikanserojen gibi özelliklerinin belirlenmesi gelecekte bu meyveye olan ilgiyi daha da artıracakını düşündürmektedir (Saleh ve ark. 1964; Onur 1983; Zhang ve ark.1995; Yılmaz ve ark. 1995; Mavlyanov ve ark. 1997; Gündoğdu 2006; Gündoğdu ve ark. 2011).

Kurt ve Şahin (2013)'e göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi toplam 17.235 tonluk üretimiyle (% 10.5) iç bölgelerimiz içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Bölgede bütün illerde nar yetiştirilmekle birlikte, Gaziantep, Şanlıurfa, Siirt ve Adıyaman üretimin yoğunluk kazandığı illerdir. Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri Türkiye nar üretiminin % 95.5 ini gerçekleştirmekte olup, Anadolu'nun iç ve kuzey kesimlerine doğru nar ziraatının seyrekleştiği gözlenmektedir.



Şekil 1. 2010 Yılı İtibariyle Türkiye Nar Üretiminin Bölgelere Dağılımı (%)

Şanlıurfa'da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punica granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi

Khorsandi et al.. (2009), dört farklı nar çeşidinde yapraktan iki kez % 0.4 düzeyinde yapılan çinko sülfat uygulamasının verimi olumlu etkilemediğini, ancak çinko içeriğini önemli oranda artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar çeşitler arasında verim ve çinko içerikleri bakımından fark bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Nar özellikle verimi düşük marjinal topraklarda da yetiştirilebilir. Bununla birlikte N ve Zn yaygın olarak verimi sınırlandıran besin elementleridir. (Hewitt, 1963; Giordano ve ark., 1974).

Bitkiler tarafından çinkonun alınmasında ve çinkolu gübrelemeden maksimum yararın sağlanmasında, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra toprağın fosfor, demir, bakır ve mangan kapsamları da etkili olmaktadır. Çinko ile birlikte demir, bakır ve mangan bitki kökleri tarafından alınmada birbirleriyle yarış içerisinde olmaları nedeniyle birbirlerinin alınmalarını engellemektedirler (Çakmak ve Marschner, 1987). Yapılan değişik çalışmalarda da çinko uygulamalarının bitkilerin klorofil kapsamlarını artırdığı belirlenmiştir.

Hasani ve ark. (2010), nar bahçelerinde çinkonun püskürtülerek yapraktan verilmesiyle narın kalitesini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada nar için uygun doz % 0,3 ZnSO₄ olarak belirlenmiştir.

Hasani ve ark. (2012), Nar ağaçlarına yapraktan iki kez % 0.3 ve 0.6 oranlarında çinko ve mangan sülfat uygulanmış bir çalışmada, mangan sülfatın yaprak Mn ve N miktarını önemli derecede arttırdığı, buna karşın Zn ve Cu içeriklerini düşürdüğü, çinko sülfat uygulamalarının ise; yaprak Zn içeriğini önemli düzeyde arttırdığı fakat Mn ve P içeriğini düşürdüğü belirlenmiştir.

Türkiye topraklarının çok büyük bir bölümünün yüksek pH'lı, kireçli ve çok fazla kireçli özellikte olması, (Eyüpoğlu ve ark., 1998), demir ve çinko beslenmelerini ilgilendiren diğer toprak özellikleri açısından da durumun pek iç açıcı olmaması, mikro elementlerin uygulanmasını, ülkemiz koşulları için de son derece önemli kılmaktadır. Çinko eksikliği, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerin kireçli topraklarında çok sık görülmekte olup (Takkar ve Walker, 1993), Türkiye topraklarının

yarısına yakın bölümünde de çinko eksikliği belirlenmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1998).

Topçuoglu ve Yalçın, (1998), çinko noksanlığı bulunan kireçli bir toprakta çinko uygulamalarının domates meyvesi ürün miktarı üzerine olumlu etki yaptığını, bitkinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında klorofil ile azot, fosfor, demir, aktif demir ve mangan içeriklerini genelde artırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar, bitki gelişimi ile mineral madde içeriğinde yapraktan çinko uygulamaları ile sağlanan artışın, çinko stresi koşulları altında uygulanan çinkonun metabolik yönden aktive edici bir rol oynadığını ve uygulamanın kireçli alkalın topraklarda başarı ile yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Mirzapour ve ark. (2004), 2002-2004 yılları arasında İran'da kireçli topraklarda narlara yapraktan uygulanan çinko-demir gübrelemesiyle narın verim ve kalitesini saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada, nardaki verim ve kalitenin gübrelemeyle ikinci yılda ilk yıla göre arttığı görülmüştür. Narda brik indeksi, 1000 dane ağırlığı artan parametreler arasındadır.

Nar fitoöstrojen (kadın vücudunun ürettiği doğal östrojen molekül yapısına tıpatıp benzer yapıda moleküldür) bakımından zengin bir bitkidir. İran'da dört ticari narda iki yıl süreyle yapraktan % 0.4 çinkolu gübreleme yapılarak kurak ve kireçli alanlarda yetiştirilen narlarda fitoöstrojen miktarının ve yapraklardaki ve tohumdaki çinko miktarının arttığı belirlenmiştir.

Çinko noksanlığı narda genellikle görülür (Anonymous, 2013). Bu noksanlık erken ilkbahar ve erken yazın yapraktan çinko uygulaması yapılarak giderilebilir.

Khorsandi et al.. (2009), dört farklı nar Gathala ve ark. (2004) yaptığı bir çalışmada Jaipur (Hindistan) bölgesinde nar bahçelerinde N, P, S, Fe ve Zn düşük olduğunu, bu besin noksanlıklarının dikkate alınması gerektiğini aksi takdirde verimde düşmelere neden olabileceğini, bu noksanlıkların yaprak analizleriyle belirlenmesini ve gübrelemenin bu sonuçlara göre yapılmasını göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa'da yetiştirilen Hicaz narda (*Punica granatum* spp.) çinko noksanlığının araştırılmasıdır.

Şanlıurfa’da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punica granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırmada materyal olarak, Şanlıurfa il sınırları içinde tarımı yapılan Hicaz Nar (*Punica granatum* spp.) ve yetiştirildiği topraklar örnekleme materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada, 7 farklı bahçeden 7 toprak örneği ve her bahçenin 10 farklı noktasından olmak üzere, (toplam 70), bitki yaprak örnekleri kullanılmıştır.

Yöntem

Toprak örneklerinin kil, kum ve silt fraksiyonları Bouyoucos (1951); pH, 1:2,5 oranında toprak saf su karışımında Horneck ve ark., (1989); EC, 1:5 oranında toprak-saf su karışımında Horneck ve ark., (1989); organik madde; değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre, Nelson and Sommers (1982); CaCO₃ Scheibler kalsimetresi yardımıyla (Allison ve Moodie, 1965); alınabilir çinko; Lindsay ve Norvell (1978); katyon değişim kapasitesi ise (Chapman 1965) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. 0,5 M NaHCO₃ (pH 8,5) ekstrakt çözeltisi ile topraktan ekstrakte edilen fosfor, Olsen vd (1954) tarafından bildirildiği şekilde, mavi renk oluşumuna dayanan Sodyum Bikarbonat; Potasyum kaynar nitrik asit (Knudsen ve ark., 1982) yöntemine göre saptanmıştır. Çizelge 1’den de anlaşılabileceği gibi, toprak örnekleri tuzsuz, organik maddece fakir, kireç bakımından zengin, KDK’sı ve alınabilir fosfor miktarı düşük olup, potasyumu yüksek ve pH’sı

hafif alkalidir (Eyüpoğlu, 1999; Güneş ve ark., 2005).

Hicaz nar çeşidinde yaprak örnekleri 26/Ağustos-22/Eylül/2014 tarihleri arasında ve üzerinde meyve bulunmayan yıllık sürgünlerin orta kısmında bulunan yaprak çifti şeklinde, Özkan ve ark., (1999)’a göre alındı. Belirlenen bahçelerden alınan yaprak örnekleri zaman kaybettirilmeden laboratuara getirildi. Oluşabilecek bulaşmaları önlemek amacıyla gereken titizlik ve özen gösterildi. Laboratuara getirilen yaprak örnekleri belirlenen miktar kadar alınarak iki kez çeşme suyu iki kez de saf su ile yıkanmış ve daha sonra kesekâğıtlarına konularak 65 °C de sabit ağırlığa gelinceye dek sıcak hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutuldu. Kurutulan bitki örnekleri agat değirmende öğütüldükten sonra, Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde kuru yakma yöntemi ile 550 °C de kül fırınında yakıldı ve yakma işlemi tamamlandıktan sonra krozelerdeki kül, % 3’ lük HCl çözeltisinden 15 ml alınarak 50 ml’lik ölçü balonlarına dahil edildi. Üzeri, saf su ile derecesine tamamlandı.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada alınan toprak ve yaprak örneklerinin çinko analiz sonuçları Çizelge 2 ve 3’te verilmiştir.

Çizelge 2’ye göre, toprakların çinko içerikleri farklı derinliklerde birbirine yakın olmakla birlikte; 1, 3, 4 ve 6 numaralı bahçelerde alt 2, 5 ve 7 nolu bahçelerde ise üst kısımda daha fazla

Çizelge 1. Yedi bahçeden ve farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları (toprakların tamamı kil bünyelidir).

Derinlik, cm	pH, 1:2.5	KDK, cmol kg ⁻¹	EC, dS m ⁻¹	CaCO ₃ %	OM, %	P ₂ O ₅ , kg da ⁻¹	K ₂ O, kg da ⁻¹
0-30							
Minimum	7.50	22	1.25	6.3	0.7	2.3	96
Maksimum	7.82	34	3.21	29.0	1.6	10.5	331
Ortalama	7.66	30	1.85	21.7	1.2	4.6	178
30-60							
Minimum	7.52	17	1.17	7.7	0.5	0.8	97
Maksimum	7.85	33	3.78	29.8	1.0	4.1	262
Ortalama	7.69	28	2.12	20.2	0.7	2.2	141

Şanlıurfa’da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punica granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi

Çizelge 2. Yedi bahçeden ve farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin alınabilir Zn durumları

Düzy, cm	Bahçelere göre değişen topraktaki Zn miktarları, ppm						
	1	2	3	4	5	6	7
0-30	0.62	0.77	0.66	0.61	0.82	0.80	0.58
30-60	0.64	0.71	0.67	0.67	0.81	0.89	0.53

Çizelge 3. Yedi bahçeden alınan yaprak örneklerinin Zn durumları durumları.

Düzy	Bahçelere göre değişen yapraktaki Zn miktarları, ppm						
	1	2	3	4	5	6	7
Minimum	11.89	10.39	13.30	19.22	11.24	13.14	12.35
Maksimum	78.61	40.59	18.58	35.13	18.24	17.04	22.52
Ortalama	38.78	19.00	15.87	26.55	13.56	15.64	15.26

Çizelge 4. Yedi bahçeden alınan yaprak örneklerinin Zn durumları durumları.

Besin Elementi	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Zn (ppm)	Noksan	<13	22	31.4
	Yeterli	14-72	46	65.7
	Yüksek	>72	2	2.9

bulunmuştur. Alınabilir çinko, alt ve üst toprakların tamamında normal düzey olan 0.5 ppm’den % 16-78 daha fazladır (Havlin ve ark., 2005). Tabloya göre toprakların çinko içeriği en az 7, en fazla 6 nolu bahçeden elde edilmiştir. Derinlikler arasındaki en fazla fark, % 11.25 ile 6, en az fark % 1.5 ile 3 nolu bahçe toprağında saptanmıştır.

Çizelge 3’ten, ortalama değerler dikkate alındığında, yaprakların Zn beslenmesinin çoğunlukla iyi durumda olduğu söylenebilir (Yılmaz, 1995; Sheik, 2006). Ortalamalara göre, nar bahçeleri yapraklarındaki çinko içeriği büyüklük sırasına göre 1, 4, 2, 6, 7, 5 ve 3 nolu bahçeler olarak belirlenmiştir. Yaprak örneklerinin çinko içeriği en az 2, en fazla 1 nolu bahçeden analiz edilmiş ve Çizelge 4’te verilen sınır değerlerine göre değerlendirilmiştir. Bu duruma göre genel olarak 1 nolu bahçenin yapraklarındaki Zn’nin (38,78 ppm ile) en fazla miktarda bulunduğu söylenebilir. Çizelge 2’den ise, toprakların çinko içeriği en az 7, en fazla 6 nolu bahçeden

elde edilmiştir. Dolayısıyla, burada paralel olmayan bir durum söz konusudur. Bilindiği üzere, bitkilerin topraktaki besin elementlerinden faydalanmasını etkileyen en az 20 temel faktör bulunmaktadır. Burada da bu faktörlerden toprakların yüksek kireç ve düşük fosfor içerikleriyle yüksek pH değerleri yaprak örneklerinin Zn beslenmesini etkileyen ana faktörler olarak değerlendirilmektedir (Brady ve Weil, 2008; Havlin ve ark., 2005).

Yaprakta, en fazla Zn düzeyinin belirlendiği 1 nolu bahçenin maksimum ve minimum Zn içeriği arasındaki fark % 561 olup, bu farklar sırasıyla 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 nolu bahçelerde % 290, % 40, % 83, % 62, % 30 ve % 82’dir. Minimum değerlerle ortalamalar arasındaki farklar ise, yine sırasıyla, % 226, % 83, % 19, % 38, % 21, % 19 ve % 24’tür. Maksimum değerlerle ortalamalar arasındaki farklar sırasıyla: % 103, % 114, % 17, % 32, % 35, % 9 ve % 48 olarak saptanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma sonuçlarına göre, nar ağaçlarının % 31’inde Zn noksanlığı belirlenmiş, bahçelerde yetiştirilen narların % 69’unun çinkoyla normal düzeyde beslendiği görülmüştür. Bitkideki çinko noksanlığının en önemli nedenleri olarak toprakta düşük düzeydeki nem oranı, yüksek fosfor, pH ve kireç içeriği, ayrıca aşırı fosforlu gübre kullanımı gibi faktörler söylenebilir. Araştırmayla, toprakta alınabilir çinko noksanlığı saptanamamıştır.

Kaynaklar

- Allison, L. E., Moodie, C. D., 1965. Carbonate. In: C. A. Black et al (ed). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Argon., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Anonymous, 2013. Growing Pomegranates in California. http://ucce.ucdavis.edu/files/programs/5419/Growing_Pomegranates_in_California.htm
- Brady, N.C., R.R., Weil, 2008. The Nature and Properties of Soils. p. 1-965 ISBN: 978-0-13- 227938-3. Pearson Prentice Hal Inc., New Jersey USA
- Bouyoucos, G. J., 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal 43, 434-437
- Çakmak, İ. and Marschner, H. 1987. Mechanism of Phosphorus-Induced Zinc Deficiency in Cotton. III. Changes in Physiological Availability of Zinc in Plants. Physiol. Plantarum, 70, 13-20.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu N., ve Talas, S., 1998. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikroelementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından 44 Genel Durumu, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü . Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. S:72, Ankara.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını Teknik Yayın No: T-67, Genel Yayın No: 220 Ankara
- Gathala, M. K., Yadav, B. L. and Singh, S. D., 2004, Mineral nutrient status of pomegranate orchard in Jaipur district of Rajasthan. J. Ind. Soc. Soil Sci., 52(2) : 206-208.
- Giordano, P.M., Noggle, J.C. and Mortvedt, J.J. 1974. Zinc Uptake by Rice as Affected by Metabolic Inhibitors and Competing Cations. Plant and Soil, 41, 637.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan M., Cicek N., Guneri, E., Eraslan F., Guzelordu, T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea Mays* L.) Archives of Agronomy and Soil Science, 51:687-695.
- Gündoğdu M, Muradoğlu F, Gazioglu Sensoy RI, Yılmaz H (2011). Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L. *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. Sci. Hortic. 132: 37– 41.
- Gündoğdu M (2006). Pervari (Siirt) Yöresi Nar (*Punica granatum* L.) Populasyonlarında Mahalli Tiplerin seleksiyonu (Yüksek Lisans Tezi). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Hasani, M., Z. Zamani, G. Savaghebi and R. Fatahi. 2012. Effect of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 12 (3), p:471-480.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., and Nelson, W. L., 2005. Soil Fertility and Fertilizers (7th ed.). ISBN: 0-13-027824-6 Pearson Education Limited USA 1-515
- Hewitt, E.J. 1963. Essential Nutrients Elements For Plant. In F.C. Steward ed. Plant Physiology, vol.,3. Academic Press, London, New York. Intensity Enhances Chlorosis and Necrosis in Leaves of Zinc, Potassium, and Magnesium Deficient Bean (*Phaseolus vulgaris*) Plants. J. Plant Physiol., 134, 308-315.
- Horneck, D. A., J. M. Hart, K. Topper and B. Koepsell, 1989. Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University. P 1-21. Agr. Exp. Sta. Oregon, USA.
- Kacar, B., A. İnal, 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara
- Knudsen, D., Peterson, G. A., Pratt, P. F., 1982. Lithium, Sodium and Potassium Methods of Soil Analysis. Part 2, Second edition

Şanlıurfa'da Yetiştirilen Hicaz Nar Çeşidinde (*Punica granatum* spp.) Çinko Noksanlığının Değerlendirilmesi

- American society of Agronomy, Inc., Wisconsin USA pp 225-246.
- Kurt H, Şahin G 2013. Bir ziraat coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (*Punica Granatum* L.) Tarımı Marmara Coğrafya Dergisi. Sayı: 27, Ocak - 2013, S. 551-574
- Lansky E, Shubert S, Neeman I (1998). Pharmacological and Therapeutic Properties of Pomegranate. I. International Symposium of Pomegranate. 15-17 October. Orihuela (Alicante), Spain, p: 231- 235.
- Lindsay, W.L. and Norwell, E.A., (1978). Development of DTPA Soil Test For Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Mirzapour, MH., Khoshgoftarmanesh, AH. 2002-2004. Effect of soil and Foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate.. Iran.
- M. Hasani, Z. Zamani, G. Savaghebi, R. Fatahi. 2010.. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Tahrán, İran
- Mavlyanov, S.M., Islambekov, S.Y., Karimdzhanov, A.K., Ismailov, A.I., 1997. Polyphenols of pomegranate peels show marked antitumor and antiviral action. Khim Prirod Soedin 33: 124-126
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982. Total carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2, Second edition American society of Agronomy, Inc., Wisconsin USA pp 574-578
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982. Total carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2, Second edition American society of Agronomy, Inc., Wisconsin USA pp 574-578
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Waterable, F. S., Dean, L. A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No: 939, Washington DC.
- Onur C (1983), Akdeniz Bölgesi narlarının seleksiyonu (Doktora Tezi). Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi Yayın No:46 Mersin.
- Özgüven AI, Yılmaz C (2000). Pomegranate Growing in Turkey. I. Symposium on Pomegranate. 15-17 October, Orihuela (Alicante), Spain.
- Özkan, C.F., T. Ateş, H. Tibet ve A. Arpacıoğlu. 1999. Antalya Bölgesinde Yetiştirilen Nar (*Punica granatum* L. çeşit: Hicaznar) Yapraklarındaki Bazı Bitki Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. Türkiye III. Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara, s: 710-714.
- Richard, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.
- Rhoades, J. D., 1982. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis. Part 2, Second edition American society of Agronomy, Inc., Wisconsin USA pp 149-158
- Saleh MA, Amer MK, Radwan A (1964). Experiment on Pomegranate Seeds and Juice Preservation. Agric. Res. Rev. 42, 4:54-64.
- Sheik MK (2006) The Pomegranate. International Book Distributing, New Delhi.
- Takkar, P.N., Walker, C.D., 1993. The distribution and correction of zinc deficiency. In: Robson AD (ed) Zinc in soils and plants. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 151-166.
- Topçuoğlu, B., Yalçın, R., 1998. Yapraktan uygulanan değişik kaynaklardan Çinkonun örtü altında yetiştirilen domates bitkisinde verim ile bazı kalite etmenleri ve bitki besin içerikleri üzerine etkisi, Derim, 15 (3), 120-131.
- Yılmaz H, Ayanoğlu H, Yıldız A (1995). Ege Bölgesinde Selekte Edilen Bazı Nar Genotiplerinin Erdemli Koşullarında Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Ekim 3-6, Adana, s. 691-695.
- Zhanak J, Zhan B, Yao X, Gao Y, Shong J (1995). Antiviral activity of tannin from the pericarp of *Punica granatum* L. against Herpes virus in vitro. Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih. 20: 556-558.



Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu Marcovitch*) Meyve İle Topraktan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler*

Neriman Tuba BARLAS¹

Mehmet Eşref İRGET¹

Özet

Turuncgiller (mandarin, portakal, greyfurt ve limon), dünya yaş meyve ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Üretim miktarı dünya genelinde son on yılda yaklaşık iki katına çıkmış olup, 2013 yılında 136 milyon tona yaklaşmıştır (FAO, 2016). Türkiye'nin bu üretimdeki payı ise yaklaşık 3,7 milyon tondur. Dünya genelinde üretilen (2014) 28 milyon tonluk mandarinin ise 1 milyon tonluk kısmı Türkiye'ye aittir (FAO, 2016). FAO'nun 2012 yılı verilerine göre mandarin üretiminde ülkemiz; Çin, İspanya ve Brezilya'dan sonra dünya dördüncülüğünü üstlenmiştir (FAO, 2016). Ekonomik açıdan son derece önemli bir meyve grubu olan turuncgillerin gübrelenmesi pazar değerinin artırılması açısından oldukça önem taşımaktadır.

Mandarin üretiminde gübreleme programlarının hazırlanması için, farklı bitki kısımları ile topraktan kaldırılan besin elementi miktarlarının bilinmesi gerekir. Bu amaçla, Ege Bölgesinde mandarin üretiminin yaygın olarak yapıldığı İzmir ili ve çevresindeki bahçelerden meyve örnekleri alınarak analiz edilmiş ve bu şekilde meyve ile topraktan kaldırılan makro besin elementi miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mandarin, Satsuma, meyve, besin elementi, besin elementi alımı

Determination of the Amount of Nutrients Uptake From Soil in Satsuma Mandarin (I)-Macro Elements

Abstract

Citrus fruits (mandarin, orange, grapefruit and lemon) have an important place in the World fresh fruit trade. Production volume has increased nearly double worldwide over the past decade and it reached nearly 136 million tons in 2013 (FAO, 2016). The share of Turkey in this production is about 3.7 million tons. As for that 1 million ton of part of 28 million tons of mandarin produced (2014) worldwide belongs to Turkey (FAO, 2016). According to FAO data for 2012, our country has undertaken being the fourth in the world mandarin production after China, Spain and Brazil (FAO, 2016). The fertilization of Citrus Fruits, which is a fruit group highly important economically, is quite important in terms of increasing its market value.

It is required to know different parts of plant and the amounts of nutrients uptake from the soil should be known in order to prepare fertilization programs in mandarin production. For this purpose, fruit samples were taken from the gardens located in İzmir and surrounding, in which mandarin production is widely made in the Aegean Region, and the samples were analyzed and thus it was aimed to determine the amounts of macro nutrients uptake from the soil with the fruits.

Keywords: Mandarin, Satsuma, fruit, nutrient elements, nutrient uptake

Giriş

Ülkemizin önemli tarım ürünleri arasında yer alan mandarin, gerek ihracat ve gerekse ülke içi tüketimiyle tarımsal ekonomimizde önemli değere sahiptir. Dünya genelinde üretim alanı 2 milyon ha'ı aşmakta olup, 8.5 milyar \$ gibi

oldukça yüksek miktarda brüt üretim değerine sahiptir (FAO, 2009).

Ülkemizde mandarin tarımına 1925-1930 yıllarında başlandığı belirtilmektedir. Bu tarihten itibaren üretimin artarak yaygınlaştığı izlenmektedir. Günümüzde ülkemiz turuncgil yetiştiriciliğinin ağırlıklı olarak Akdeniz ve Ege

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir

*Bu çalışma Yüksek Lisans Tezinin bir kısmında hazırlanmıştır

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu Marcovitch*) Meyve İle Toprakta Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

Bölgelerinde yapıldığı, bununla birlikte Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde de kısmi üretimin yapıldığı görülmektedir.

Ege Bölgesinde mandarin yetiştiriciliği hakim konumdadır. Bu bölgede mandarin tarımının İzmir ilinin kıyı ilçeleri ile Aydın, Manisa, Muğla gibi bölgelerde yapıldığı izlenmektedir. Özellikle İzmir (Gümüldür, Özdere, Seferihisar, Ürkmez, Narlıdere, Selçuk) ve Aydın ilinin (Kuşadası, Söke) kıyı kesimleri mandarin yetiştiricilik merkezleri olarak kabul edilmektedir.

Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi, mandarinde de verim ve kalite son derece önemlidir. İhracat söz konusu olduğunda, kalite çoğu zaman verimden daha önemli bir parametre olabilmektedir. Bu nedenle, yüksek verim ve kalite için, üretim koşullarının düzenlenmesi ve verim-kaliteyi etkileyen koşulların optimize edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda çeşit, anaç, gübreleme, budama, sulama ve bitki koruma gibi verim ve kaliteyi etkileyen etmenlerin kontrolü son derece önem taşımaktadır.

Kültür bitkileri için gübreleme programlarının hazırlanmasında 3 önemli veri grubuna gereksinim duyulmaktadır. Bunlar

1-Toprakta bitkilerin yararlanabileceği durumda bulunan besin elementi miktarı;

2-Farklı bitki kısımları (meyve+dal+sürgün+kök) ile bir vejetasyon periyodunda kaldırılan (sömürülen=uzaklaştırılan) besin maddesi miktarı;

3-Farklı bitki kısımları ile topraktan (gelişme ortamından) uzaklaştırılan besin maddelerinin bitkilerin vejetasyon periyotlarına (zamana) göre gösterdiği dağılımdır.

Toprakta kaldırılan besin elementi miktarı, gübreleme programlarında uygulanması gereken gübre miktarının hesaplanması için; besin elementi alımın seyri ise gübreleme zamanının belirlenmesi açısından gereklidir. İlk veri grubu toprak analizleri ile belirlenebilmektedir. İkinci ve 3. veri grubu ise ülkesel bazda yapılmış çalışmaların sonuçlarından, eğer bu konuda yapılmış yeterli çalışma bulunmuyorsa zorunlu olarak bu yönde diğer ülkelerde yapılmış çalışmalardan sağlanmaya çalışılmaktadır.

Konu ülkemiz açısından irdelendiğinde, çoğu kültür bitkisi için çalışmaların ülkemizde yetersiz olduğu ve bu tip verilere olan gereksinimin karşılanmasında çoğunlukla diğer ülkelerde yapılmış çalışmaların sonuçlarından yararlanılma yoluna gidildiği izlenmektedir.

Mandarinin, özellikle de ülkemizde başat çeşit olan Satsuma mandarinin besin elementi gereksinimi ve bunun vejetasyon periyoduna göre dağılımına ilişkin literatürün çok sınırlı olduğu izlenmektedir. Çok sayıda mandarin çeşidinin bulunuşu ve bunların fizyolojik gereksinimlerindeki farklılık dikkate alındığında bu durum kaçınılmaz görünmektedir. Bir çeşit için elde edilen verilerin, diğer çeşitlere uyarlanması çok objektif görünmemektedir. Bu nedenle farklı çeşitlerin besin elementi gereksiniminin ülkesel, hatta mümkünse yöresel ölçekte belirlenmesi son derece önemli ve yararlı görünmektedir.

Bu çalışma, ülkemizin ve Ege bölgesinin önemli mandarin üretim merkezlerinden biri olan İzmir ilini temsilen seçilen 32 adet bahçeden alınan örnekler ile yürütülmüştür. Araştırmada gelecekte Satsuma mandarinini için yapılacak gübreleme programlarına veri oluşturması amacı ile “Meyve ile kaldırılan besin elementi miktarının saptanması” hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal olarak, İzmir ilinde Satsuma mandarinini yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Narlıdere, Seferihisar, Karakoç, Ürkmez, Gümüldür, Özdere, Ahmetbeyli ve Selçuk üretim alanlarındaki 32 bahçeden alınan meyve örnekleri kullanılmıştır. Bahçeler, tam verim çağına olup, büyük bir kısmında ‘üç yaprak’ anacı kullanılmıştır. Bahçe büyüklükleri 3-55 da arasında değişimle birlikte dikim aralıkları çoğunlukla 5X5 m’dir. Bahçelerin tamamında damla sulama yapılmaktadır. Analizler, kabuk ve meyve etinde olmak üzere 2 kısımda yürütülmüştür. Azot analizi yaş meyve örneklerinde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Fosfor, K, Ca, Mg analizleri için örnekler $\text{HNO}_4 : \text{HClO}_1$ (4:1) karışımı ile yaş yakılarak ekstrakte edilmiştir. P konsantrasyonu,

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu* Marcovitch) Meyve İle Toprakta Kaldırıldığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

Spektrofotometri,; K, Ca Alev Fotometri ve Mg ise AAS ile belirlenmiştir (Kacar, 1972; Kacar ve İnal, 2008).

Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma sonuçları, meyve eti ve meyve kabuğu besin elementi konsantrasyonları ve meyve ile kaldırılan besin elementi miktarları şeklinde sunulmuştur (Çizelge 1, ve 2).

Azot

Meyve eti

Meyve eti örneklerinde N konsantrasyonu % 0.12-0.22 (ort. % 0.15) arasında değişim göstermiştir. Çolakoğlu ve ark. (1980), Satsuma mandarini örneklerinin meyve etinde N konsantrasyonunu kuru maddede %1.06-1.23 olarak bildirmektedir. Hakerlerler ve ark. (1994) ise bu değer % 0.88-1.34 (ort. % 1.18) arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Mattos et. al. (2003), Hamlin portakalı meyve etinde azot konsantrasyonunu % 0.83 olarak belirlerken, Ertargın (2014) Çukurova Bölgesinden (Hatay, Adana ve Mersin) aldığı Washington Navel portakalı meyve etinde N değerini % 1, 06 (ort.) olarak bildirmiştir.

Meyve kabuğu

Kabuk örneklerinde N değeri % 0.09-0.19 (ort. % 0.11) arasında bulunmuştur. Çolakoğlu ve ark. (1980), meyve kabuğunda N konsantrasyonunu kuru maddede %1.07-0.96; Hakerlerler ve ark. (1994) % 0.81-1.41 (ort.1.09) ; Ertargın (2014) ise, Washington Navel portakalı kabuk örneklerinde N değerini % 0,96 olarak bildirmektedir.

Farklı araştırmacıların elde ettiği azot analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, çalışmada elde edilen sonuçların daha düşük olduğu gözlenmektedir. Bu durum; bu çalışmada analizlerin yaş (taze) örneklerde yapılmış olması, buna karşın diğer araştırmacıların bildirdiği değerlerin ise kuru madde üzerinden verilmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

Fosfor

Meyve eti

Meyve eti örneklerinde P konsantrasyonu % 0.01-0.02 arasında değişim göstermekte olup, ort % 0.02'lik bir değere sahiptir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), meyve eti örneklerinde P konsantrasyonunu kuru maddede % 0.12-0.14 ; Hakerlerler ve ark. (1994) % 0.095-0.130 (ort. % 0.117) arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir.

Meyve kabuğu

Kabuk örneklerinin P konsantrasyonu % 0.005-0.013 arasında belirlenmiş olup, ortalama değer % 0.009 olarak bulunmuştur.

Çolakoğlu ve ark.(1980), bu değeri kuru maddede % 0.056-0.064 olarak; Hakerlerler ve ark.(1994) ise % 0.048-0.070 (ort. %0.058) arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir.

Potasyum

Meyve eti

Meyve eti örneklerinde belirlenen K konsantrasyonu % 0.15-0.26 arasında değişim göstermiş ve ortalama % 0.21 olarak belirlenmiştir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), K konsantrasyonunu kuru maddede %1.219-1.185 ; Hakerlerler ve ark. (1994) ise % 0.80 -1.72 (ort.% 1.13) arasında değişim gösterdiğini rapor etmektedirler. Mattos et. al. (2003), Hamlin portakalı meyve etinde potasyum konsantrasyonunu % 1.07 olarak bildirmektedir. Washington Navel portakalında ise, bu değer Ertargın, (2014) tarafından % 0,78 olarak belirlenmiştir.

Meyve kabuğu

Kabuk örneklerinin K konsantrasyonu % 0.09-0.26 arasında değişmekte olup, ortalama % 0.15 olarak bulunmuştur.

Çolakoğlu ve ark. (1980), kabuk örneklerinde K konsantrasyonunu kuru maddede % 0.638-0.786 olarak bildirmektedir. Hakerlerler ve ark. (1994) benzer çalışmada K oranını % 0.57-0.92 (ort. % 0.75) olarak bildirmektedirler. Washington Navel portakalında ise % 0,43 olarak belirlenmiştir (Ertargın, 2014).

Kalsiyum

Meyve eti

Kalsiyum (Ca) konsantrasyonu meyve etinde % 0.03-0.06 arasında değişmekte olup, ortalama % 0.05 olarak belirlenmiştir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), meyve eti örneklerinde Ca konsantrasyonunu kuru

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu* Marcovitch) Meyve İle Toprakdan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

Çizelge 1. Satsuma Mandarininde Meyve Eti ve Meyve Kabuğunda Makro (N,P, K,Ca, Mg) Besin Elementi Konsantrasyonu

	Meyve Eti						Meyve Kabuğu				
Bahçe No	%			mg/kg		Bahçe No	%			mg/kg	
	N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
1	0.145	0.017	0.21	460	146	1	0,098	0,009	0,11	820	149
2	0.181	0.017	0.23	480	132	2	0,143	0,008	0,17	790	150
3	0,182	0,012	0,24	430	109	3	0,175	0,008	0,16	740	122
4	0,140	0,016	0,19	480	123	4	0,106	0,007	0,14	730	118
5	0,194	0,012	0,24	520	136	5	0,148	0,008	0,12	710	151
6	0,133	0,018	0,22	510	124	6	0,097	0,005	0,17	720	133
7	0,141	0,017	0,25	440	103	7	0,113	0,008	0,13	690	115
8	0,142	0,014	0,26	580	102	8	0,102	0,006	0,16	690	117
9	0,169	0,018	0,16	510	113	9	0,12	0,009	0,13	720	128
10	0,145	0,018	0,19	320	125	10	0,112	0,007	0,13	760	133
11	0,138	0,014	0,17	440	110	11	0,108	0,008	0,18	810	124
12	0,146	0,018	0,21	530	118	12	0,102	0,006	0,22	750	130
13	0,124	0,013	0,15	430	106	13	0,105	0,008	0,10	760	123
14	0,157	0,015	0,23	540	125	14	0,122	0,008	0,20	710	109
15	0,156	0,016	0,23	510	133	15	0,114	0,009	0,26	730	139
16	0,147	0,020	0,24	430	123	16	0,119	0,012	0,22	720	119
17	0,179	0,016	0,16	520	141	17	0,118	0,008	0,09	790	158
18	0,149	0,018	0,24	540	125	18	0,113	0,012	0,16	780	123
19	0,157	0,018	0,16	510	117	19	0,121	0,009	0,13	720	123
20	0,151	0,016	0,21	450	125	20	0,109	0,010	0,14	700	123
21	0,146	0,019	0,24	510	113	21	0,103	0,009	0,17	720	119
22	0,123	0,019	0,20	480	109	22	0,102	0,011	0,15	730	122
23	0,142	0,016	0,18	490	111	23	0,097	0,008	0,13	770	144
24	0,138	0,019	0,22	470	146	24	0,095	0,009	0,17	810	148
25	0,138	0,021	0,19	490	137	25	0,108	0,013	0,12	740	135
26	0,138	0,019	0,19	440	155	26	0,094	0,011	0,14	730	142
27	0,157	0,018	0,21	460	125	27	0,123	0,008	0,17	720	123
28	0,187	0,016	0,21	480	146	28	0,145	0,009	0,13	710	143
29	0,143	0,014	0,16	480	155	29	0,101	0,008	0,12	750	153
30	0,139	0,013	0,22	430	133	30	0,093	0,007	0,14	780	145
31	0,125	0,014	0,18	450	145	31	0,107	0,008	0,11	740	148
32	0,174	0,012	0,23	430	109	32	0,126	0,007	0,15	720	129
Ort	0,151	0,016	0,20	476	126	ort	0,114	0,009	0,15	743	132
Min	0,123	0,012	0,15	320	102	min	0,093	0,005	0,09	690	109
Max	0,194	0,021	0,26	580	155	max	0,175	0,013	0,26	820	158
Sd	0,018	0,003	0,03	48	15	sd	0,018	0,0017	0,04	35,3	13,3

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu* Marcovitch) Meyve İle Toprakdan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

maddede % 0.259-0.336; Hakerlerler ve ark. (1994) ise, % 0.14-0.37 (ort % 0.24) arasında değişim gösterdiğini rapor etmektedir. Mattos et. al. (2003), Hamlin portakalı meyve etinde Ca konsantrasyonunu % 0.4 olarak bildirmektedir.

Meyve kabuğu

Kabuk örneklerinde Ca konsantrasyonu % 0.069-0.082 (ort. % 0.074) arasında değişim göstermektedir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), Satsuma mandarini meyvesinin kabuk örneklerinde kalsiyum konsantrasyonunu kuru maddede % 0.795-1.071 olarak, Hakerlerler ve ark. (1994) ise % 0.60-1.28 (ort.% 0.84) olarak bildirmektedir.

Magnezyum

Meyve eti

Meyve eti örneklerinde belirlenen Mg konsantrasyonu 102.22-155.12 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermekte olup ortalama değer 125.59 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), aynı değeri kuru maddede % 0.19-0.21 arasında belirlerken, Hakerlerler ve ark. (1994) ise % 0.10-0.14 (ort. % 0.13) arasında değişim gösterdiğini rapor etmektedirler.

Meyve kabuğu

Kabuk örneklerinin Mg konsantrasyonu 109.3-158.2 mgkg⁻¹ arasında değişim göstermiş olup; ortalama değer 132.4 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çolakoğlu ve ark. (1980), bu değeri kuru maddede % 0.17-0.18; Hakerlerler ve ark. (1994) ise % 0.12-0.18 (ort. %0.14) arasında bildirmektedir.

Meyve ile Kaldırılan Bitki Besin Elementi Miktarları

Analiz sonuçları temel alınarak yaş meyve (1 ton) ile kaldırılan makro besin elementi miktarları Tablo 2'de verilmiştir.

Azot

Araştırma sonucunda 1 ton yaş meyve ile kaldırılan azot miktarının 1166 ile 1806 g (ort 1405 g) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu değer 1085 g'ı meyve eti, 320 g'ı ise kabuk tarafından kaldırılmaktadır (Tablo 2)

Bataglia ve ark. (1977) ve Paramasivam and Alva (1998)'a göre 1 ton yaş meyve ile uzaklaştırılan azot miktarı 1200-1900 g arasında değişmektedir. IFA (1992) tarafından, 1 ton yaş mandarin meyvesi ile kaldırılan N miktarının 1532 g olduğu bildirmektedir.

Mattos ve ark., (2003), Hamlin portakalında 1 ton ürün ile kaldırılan N miktarının 1200 g olduğunu belirtmektedir. Paramasivam et. al., (2000), Hamlin portakalında 6 ton /da ürün ile dekardan kaldırılan N miktarını 7 kg olarak belirlemiştir. Bu değer, 1 ton ürün için hesaplandığında, 1166 grama denk gelmektedir. Ertargın (2014) bu değeri Washington Navel portakalında 1555 g olarak belirlemiştir. Hammami, ve ark., (2011) Clementin mandarininde farklı azot dozları uygulanan bir araştırmada dekardan kaldırılan N miktarının yıllara göre değiştiğini ve 2005 yılında 1.7-7.8 kg ; 2006 yılında 2.3-9.8 kg ve 2007 yılında ise 5.1-8.8 kg arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir.

Fosfor

1 ton yaş meyve ile kaldırılan fosfor (P) miktarı 104 g P (238 g P₂O₅) - 187 g P (427 g P₂O₅) (ort. 142 g P ; 324 g P₂O₅) olarak belirlenmiştir. Kaldırılan ortalama değer; 118 gramı meyve eti; 24 gramı kabuk tarafından kaldırılmaktadır Bataglia ve ark. (1977) ve Paramasivam ve Alva (1998) 1 ton yaş meyve ile uzaklaştırılan fosfor miktarını 180 g olarak bildirmektedirler. Aynı değer, IFA (1992) tarafından 164 g olarak belirtilmektedir.

Paramasivam ve ark., (2000), Hamlin portakalında 6 ton /da ürün ile dekardan kaldırılan P miktarını 990 g olarak bildirmiştir. Mattos ve ark., (2003), Hamlin portakalında yaptığı araştırma sonucunda 1 ton ürün ile kaldırılan P miktarını 180 g olarak belirlemiştir. Ertargın (2014) ise Washington Navel portakalında 1 ton ürünle beraber toplam 154 g fosfor (P) uzaklaştırıldığını, bu değer 108 g'lık kısmının meyve etine ait olduğunu bulmuştur.

Potasyum

1 ton yaş meyve ile kaldırılan potasyum miktarı 1378 - 2383 g arasında bulunmuş olup, ortalama değer 1911.6 g K (2294.0 g K₂O) olarak belirlenmiştir. Bu değer 1489

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu* Marcovitch) Meyve İle Toprakdan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

Çizelge 2. 1 ton Yaş (Taze) Meyve ile Kaldırılan Bitki Besin Elementi Miktarı (g)

Bahçe No	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	1315	337	2176	788	243
2	1713	335	2570	787	227
3	1798	247	2583	736	187
4	1310	312	2122	764	202
5	1806	248	2462	805	233
6	1241	338	2491	787	209
7	1341	338	2645	702	177
8	1316	272	2804	853	176
9	1561	357	1823	793	194
10	1352	338	2068	629	211
11	1300	283	2073	757	188
12	1328	330	2556	834	202
13	1195	270	1654	714	183
14	1478	300	2662	821	200
15	1444	322	2860	799	223
16	1387	403	2808	723	202
17	1619	315	1685	834	242
18	1376	370	2585	859	207
19	1459	349	1809	804	197
20	1388	327	2276	732	206
21	1333	369	2638	799	190
22	1166	380	2218	778	188
23	1307	320	2009	785	198
24	1254	368	2464	797	244
25	1294	428	2035	788	226
26	1258	383	2111	731	251
27	1479	351	2391	742	207
28	1759	324	2266	757	242
29	1309	281	1781	781	257
30	1285	265	2413	718	225
31	1200	281	1919	747	242
32	1587	238	2451	733	192
Ort	1405	324	2294	771	212
Min	1166	238	1654	629	176
Max	1806	428	2860	859	257
Sd	177	47	343	48	23

gramı meyve eti tarafından, 423 gramı ise Bataglia et al. (1977) ve Paramasivam and Alva (1998) 1 ton yaş meyve ile kaldırılan potasyum kabuk tarafından uzaklaştırılmaktadır.

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu Marcovitch*) Meyve İle Toprakdan Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

miktarını 1200-1900 g arasında, IFA (1992) ise 2054 g olarak bildirmektedir. Paramasivam ve ark., (2000) Hamlin portakalında 6 ton /da ürün ile dekardan kaldırılan K miktarını 9.04 kg olarak bildirmiştir. Mattos ve ark., (2003), Hamlin portakalında 1 ton ürün ile kaldırılan K miktarını 1540 g olarak bildirmektedir. Ertargın (2014) ise 1 ton taze Washington Navel portakalında toplam 999 g K (740 g meyve eti + 250 g kabuk) sömürüldüğünü rapor etmektedir. Hammami, ve ark., (2011) Clementin mandarininde farklı K dozları uygulanan bir araştırmada dekardan kaldırılan K miktarının yıllara göre değiştiğini ve 2005 yılında 1.3-6.5 kg, 2006 yılında 1.8-7.0 kg, 2007 yılında ise 2.5-7.3 kg arasında değişim gösterdiğini rapor etmektedir.

Kalsiyum

1 ton yaş meyve ile kaldırılan kalsiyum miktarı 450- 614 g Ca (629 – 859 g CaO) arasında belirlenmiştir. Ortalama değer ise 551 g Ca (771 g CaO) olarak bulunmuştur. Bu değer 343 gramı meyve eti, 208 gramı ise kabuk tarafından uzaklaştırılmaktadır

Bataglia ve ark. (1977) ve Paramasivam ve Alva (1998), 1 ton yaş meyve ile uzaklaştırılan kalsiyum miktarını 520 g olarak bildirmektedirler. IFA (1992) ise 1 ton yaş meyve ile kaldırılan Ca miktarının 504 g olduğunu rapor etmektedir. Paramasivam ve ark., (2000), Hamlin portakalında 6 ton /da ürün ile dekardan kaldırılan Ca miktarını 2.68 kg olarak bildirmiştir. Mattos ve ark., (2003), Hamlin portakalında yaptığı araştırma sonucunda 1 ton ürün ile kaldırılan Ca miktarını 570 g olarak belirtirken, Ertargın (2014) Washington Navel portakalında 683 g (188 g meyve eti + 495 g kabuk) olarak bildirmiştir.

Magnezyum

1 ton yaş meyve ile kaldırılan magnezyum miktarının 106 – 155 (ort. 127 g Mg – 212 g MgO) arasında değiştiği belirlenmiştir. Ortalama Mg değerinin 90 gramı meyve eti, 37 gramı ise kabuk tarafından uzaklaştırılmaktadır Bataglia ve ark. (1977) ve Paramasivam ve Alva (1998) 1 ton yaş meyve ile uzaklaştırılan magnezyum miktarını 100 g olarak bildirirken, IFA (1992) ise, bu miktarı 110 g olarak sunmaktadır. Mattos ve ark., (2003), Hamlin portakalının 1 ton ürün ile kaldırdığı

magnezyum (Mg) miktarını 120 g olarak bildirmektedir. Washington Navel portakalında ise bu değer 137 g (101 g meyve eti + 37 g kabuk) olarak bulunmuştur (Ertargın, 2014).

Sonuç

Turuncgiller gerek Dünya’da gerek Türkiye’de önemli bir tarımsal üretim payına sahiptir. Bu ürün grubunun Dünya genelindeki ticaret hacmi de göz önüne alındığında, üretimde kalite ve verimin artırılması ön plana çıkmaktadır.

Gübreleme, verim ve kaliteyi birinci dereceden etkileyen etmenler arasında yer almaktadır. Etkin gübreleme programlarının hazırlanmasında, bitkilerin farklı organları ile topraktan uzaklaştırdığı besin elementi miktarlarının bilinmesi esası oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, Ege Bölgesi’nde yaygın olarak yetiştirilen Satsuma mandarini bahçelerinden alınan meyve materyali kullanılmış ve kaldırılan makro besin element (N, P, K, Ca ve Mg) miktarları belirlenmiştir.

Bu şekilde elde edilen verilerin, bitkilerin diğer kısımları (budama atıkları, sürgün, yaprak vb) ile kaldırılan besin elementi miktarının belirlenmesine yönelik çalışmaları tamamlayıcı nitelikte olacağı ve de gelecekte yapılacak olan gübreleme çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Teşekkür:

Bu araştırma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından desteklenmiş olup, (Proje No: 2010-ZRF-037) teşekkürlerimizi sunarız. Makale Yüksek Lisans tezimin bir kısmından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Bataglia, O.C., Rodriques, O., Hiroce, R., Gallo, J.R., Furlani, P.R. and Furlani, A.M.C.,1977. Composição mineral de frutos cítricos napolheita.Bragantia (36) p.215-221.
- Çolakoğlu, H. , Köseoğlu, A.T. ve Mendilcioğlu, H., 1980, Farklı anaçların Satsuma mandarininin mineral madde içeriklerine ve meyve niteliklerine etkisi. E.Ü. Zir. Fak. Der. 17(1): 65-80.
- Ertargın, E. 2014. Çukurova Bölgesinde Portakal Ağaçlarının Meyveyle Kaldırdıkları Bitki Besin Elementi Miktarlarının

Satsuma Mandarininin (*Citrus unshiu* Marcovitch) Meyve İle Toprakta Kaldırdığı Besin Elementi Miktarının Belirlenmesi (I)-Makro Elementler

- Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- FAO, 2009, <http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=en>.
- FAO, 2016, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Hakerlerler, H., Anaç, D., Okur, B. ve Saatçi, N., 1994. Gümüşdüz ve Balçova'daki Satsuma Mandarin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Ege Üni. Arş. Fonu. Proje No: 92-ZRF-47. Bornova-İzmir.
- Hammami, A., Mellouli H. J. and Sanaa, M., 2011, Nitrogen and potassium citrus tree uptake, fruit removal and seasonal distribution in the root zone under improved fertigation management program. 8th International Micro Irrigation Congress.
- International Fertilizer Association (IFA) ,1992, World Fertilizer Use Manual. P. 365-373.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:453.
- Kacar, B. ve İnal, İ., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın.
- Mattos, D.Jr., Quaggio, J. A., Cantarella, H., Alva, A.K., 2003. Nutrient content of biomass components of Hamlin orange trees. Scientia Agricola. 60 (1): 155-160.
- Obreza, T.A. and Morgan, K.T., 2011, Nutrition of Florida Citrus Trees. 2nd Edt. Sl.253. (Edt. Thomas A. Obreza and Kelly T. Morgan).
- Paramasivam, S., and Alva, A.K., 1998, An evaluation of nutrient removal by citrus fruits. Proc.Fla. State Hort.Soc. (111):126-128.
- Paramasivam, S., A. K. Alva, K. H. Hostler, G. W. Easterwood, and J. S.Southwell, 2000, Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. J. Plant Nutrition 23(3):313-327.



Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

Mehtap SARAÇOĞLU¹ Abdulkadir SÜRÜCÜ¹ Meral TAŞ¹
İslim KOŞAR¹ Mehmet KARAGÖKTAŞ¹

Özet

Bu çalışma 2008 yılında Şanlıurfa İli Birecik İlçesi 'nin; tarım alanlarında yoğun olarak yetiştirilen ürünlerden, boş alan ve mera alanlarından toprak örnekleri alınarak yürütülmüştür. Gayeli toprak örnekleri metoduna uygun olarak 0-20 cm derinliğinden, yer koordinatları GPS ile belirlenen toplam 94 noktadan alınmıştır. Her bir örnekleme noktasından 8-10 örnek arazinin büyüklüğü, toprak ve topografik yapısı göz önünde bulundurularak alınmıştır. Örnekler paçal numune haline getirilmiş ve analiz edilmiştir. Alınan toprak örneklerinde su ile doymuşluk (%), pH, tuz (%), CaCO₃ (%), organik madde (%), P₂O₅ (kg/da), K₂O (kg/da), kum (%), kil(%), silt(%) ve bitkiye yararlı olan mikro elementlerden Fe (ppm), Cu (ppm), Zn (ppm) ve Mn (ppm) değerlerine bakılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ise; Birecik ilçesi toprakları kil bünyeli, fazla kireçli, organik madde bakımından genellikle yetersiz, fosfor bakımından alınan örneklerin çoğunda yüksek, bitkiye yararlı Fe bakımından %43.61 yüksek, %34.04 yeterli ve %22.34 ise düşük, Zn bakımından %10.63 yüksek, %24.46 yeterli ve %64.89 ise düşük, Mn, Cu bakımından yeterli ve K₂O bakımından ise %100 yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Şanlıurfa, Birecik, besin elementi, toprak

Determination of Some Properties and Plant Nutritional Element Contents in Soils of Birecik Region in Şanlıurfa

Abstract

This study was carried out on the soil samples that were taken from pasture land, free space and intensive products that are grown in dry areas in Birecik province of Şanlıurfa. Purposeful soil samples were taken from depth of 0-20 cm suitable to the method at total of 94 points that the coordinates defined by GPS. 8-10 samples were taken from each sampling point taking into account the structure of soil and topographic and the sine of the land, these samples were made into aggregate sample and analyzed. Saturation with water (%), pH (%), salt (%), CaCO₃, organic matter(%), P₂O₅ (kg/da) and K₂O (kg/da), sand (%), clay (%), silt(%) and micro elements that available Fe (ppm), Cu (ppm), Zn (ppm) and Mn (ppm) values of these soil samples were examined. According to the results of the analysis: Soil of Birecik province were found textured clay soils, calcareous, low inorganic matter and %65 higher in terms of available Fe, %18 higher in terms of Zn, Mn, Cu and %100 higher in terms of K₂O

Keywords: Şanlıurfa, Birecik, nutrient, soil

Giriş

Hızlı kentleşme ve sanayileşme ile birlikte nüfus artışı doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmakta, buna bağlı olarak arazi kullanımına yönelik sürdürülebilir faaliyetlerin planlanması ve uygulanması önem kazanmaktadır. Kalkınma için atılan her adım, aynı zamanda çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Yirmi birinci yüzyılın özellikle

son çeyreğinde çevre kirliliği, ekolojik dengeyi ve yaşayan her türlü canlının sağlığını ciddi bir şekilde tehdit eder hale gelmiştir.

Pek çok dünya ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de çevre kirliliği konusu, temiz ve sağlıklı bir gelecek açısından en büyük ortak endişe haline gelmiştir. Artan insan nüfusu ile birlikte hızlı kentleşme ve insan faaliyetlerinin tarımsal ve endüstriyel alanda giderek

¹ GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Şanlıurfa

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

yoğunlaşması, bu faaliyetleri çevre kirleticiler haline getirmektedir. Bu faaliyetler bir yandan insan hayatını kolaylaştırırken, diğer yandan insan hayatının sağlıklı ve güvenli bir şekilde devamını tehdit eder duruma gelmektedir.

Tarımda istenilen miktar ve kalitede ürünün elde edilmesinin birinci şartı toprakların verimliliklerinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini arttırmada en önemli faktörlerden biri ise bitki besin elementleridir. Besin elementleri, bitki gelişiminin önemli bir parçası olup bir veya daha fazlasının noksanlığı verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Topraklardan en uygun verimi alabilmek için ise dengeli gübreleme yapmak ve bitki besin elementlerinin noksanlıklarını gidermek şarttır. Bundan dolayı toprakların besin element durumlarının bilinmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu amaçla ülkemizde birçok araştırma yürütülmüştür.

Güzel ve ark. (1991), Harran Ovası'ndaki toprak serilerinin yarıyıllık çinko kapsamlarının 0.16–1.20 ppm, yarıyıllık demir kapsamlarının 2.68–6.40 ppm, yarıyıllık bakır kapsamlarının 0.65– 8.18 ppm ve yarıyıllık mangan kapsamlarının 2.62–13.05 ppm arasında değiştiğini belirtip, bunların ortalama değerlerinin sırası ile 0.43, 4.72, 1.60 ve 6.67 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada toprak serilerinin %80'inin çinko kapsamı, %40'ının da demir kapsamı kritik seviyenin altında belirlenmiştir.

Eyüpoğlu ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada mikro elementleri incelemek üzere Türkiye topraklarını temsilen 1511 adet toprak örneği alınmış, demir için 4,5 ppm, bakır için 0.2 ppm, çinko için 0.5 ppm, mangan için ise 1.0 ppm kritik değeri aldıklarında, buna göre Türkiye topraklarının %50'inde çinko, %27'sinde demir, %0.7'inde mangan eksikliği bulunmuştur. Bu, yaklaşık 14 milyon hektarda çinko, 7.5 milyon hektar alanda demir, 200 bin hektar alanda mangan eksikliği olabileceğini, bakırla ilgili eksiklik sorunun bulunmadığını göstermektedir.

Kızılgöz ve ark. (1998), Harran Ovası yaygın toprak serilerinde DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element içeriklerini ve bazı toprak özellikleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla

yaptıkları araştırmada 0–20 cm toprak derinliğinde ortalama mikro element içeriklerinin 18.66 ppm Fe, 28.39 ppm Mn, 4.01 ppm Cu ve 0.80 ppm Zn düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir.

Kızılgöz ve ark. (1999), Şanlıurfa Yöresinde antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) yetiştirilen toprakların verimlilik düzeylerinin saptanması üzerine bir araştırma adlı çalışmada, analizler sonucunda, toprakların hepsinde makro elementlerden azot ile mikro elementlerden bitkilerce alınabilir demir ve çinko noksanlığının şiddetli düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Çimrin ve Boysan (2006), Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri adlı yapmış oldukları çalışmada, Heybeli köyü toprakları hariç tüm toprak örneklerinin değişebilir potasyum içeriklerinin yüksek düzeyde, toprakların büyük çoğunluğunda fosfor ve alınabilir çinkonun yetersiz olduğunu ancak alınabilir Fe, Cu, ve Mn'nin yeterli seviyede olduğunu saptamışlardır.

Saraçoğlu ve ark. (2008) Şanlıurfa İli Harran İlçesi Topraklarının Bitki Besin Elementi Kapsamları isimli çalışmada, Şanlıurfa İli Harran İlçesi'nden alınan toprak örneklerinde kum içeriği %12.08–54 arasında, kil içeriği %24. 5–65.2 arasında, silt içeriği %8–48 arasında, toprak bünyesi; Kil, Killi tın, Siltli killi tın, Tın, pH 7.00–7.90 arasında, EC <0.64–4.79 dS/m arasında, CaCO₃ %5.3–37.2 arasında, organik madde %0.16–3.34 arasında, bitkiye yarıyıllık fosfor 1.75–124.02 mg kg⁻¹, bitkiye yarıyıllık potasyum 35.70–1035.37 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir.

Saraçoğlu ve ark. (2009) Şanlıurfa İli Bozova İlçesi Topraklarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi adlı yaptıkları çalışmada, yaptıkları bazı toprak analizlere göre; Bozova ilçesi toprakları kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, Mn, Cu, ve K₂O bakımından ise yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Saraçoğlu ve ark. (2010), Şanlıurfa İli Harran İlçesi Kuru Alanlardaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi adlı araştırmada Harran ilçesi kuru tarım alanlarındaki toprakların kil bünyeli, kireçli,

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

organik madde bakımından yetersiz, Mn, Cu, ve K₂O bakımından yüksek, Fe bakımından %2.63 düşük, %15.78 yeterli, %81.57 yüksek; Zn bakımından ise %21.38 düşük, %57.89 orta ve % 21.05 yüksek bulmuşlardır.

Saraçoğlu ve ark. (2010), Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi Sulu Tarım Alanlarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi adlı çalışmada Hilvan ilçesi sulama yapılan tarım alanlarındaki toprakların kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, Mn, Cu, ve K₂O bakımından ise yüksek bulunmuştur. P₂O₅ bakımından %27.90 çok az, %34.88 az, %23.25 orta, 59.30 yüksek ve 54.65 çok yüksek, Fe bakımından ise toprakların %48.8 yeterli, %51.16 'sı yüksek bulmuşlardır.

Saraçoğlu ve ark. (2013) Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi Kuru Alanlardaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi adlı çalışmada, Hilvan ilçesi topraklarının kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, bitkiye yarayışlı Fe bakımından %65 yüksek, Zn bakımından %18 yüksek, Mn, Cu, ve K₂O bakımından ise %100 yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Saraçoğlu ve ark. (2013) Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi adlı çalışmada, Halfeti ilçesi topraklarının kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, bitkiye yarayışlı Fe içeriği tüm topraklarda yeterli bulunmuştur, Zn bakımından %6,52 yüksek, Mn ve Cu bakımından yeterli, K₂O bakımından ise tüm topraklarda önerilen dozun üzerinde bulmuşlardır. Saraçoğlu ve ark. (2013), Şanlıurfa İli Harran İlçesi Sulu Alanlarındaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. adlı çalışmada Harran ilçesi sulama yapılan tarım alanlarındaki toprakların kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, bitkiye yarayışlı Fe bakımından %93 yüksek, Zn bakımından %46.5 yüksek, Mn, Cu, ve K₂O bakımından ise %100 yüksek bulmuşlardır.

Bu araştırmanın amacı, Şanlıurfa İli Birecik İlçesinin topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz ederek toprakların verimlilik durumlarını genel olarak ortaya koymak olmuştur.

Materyal ve Metot

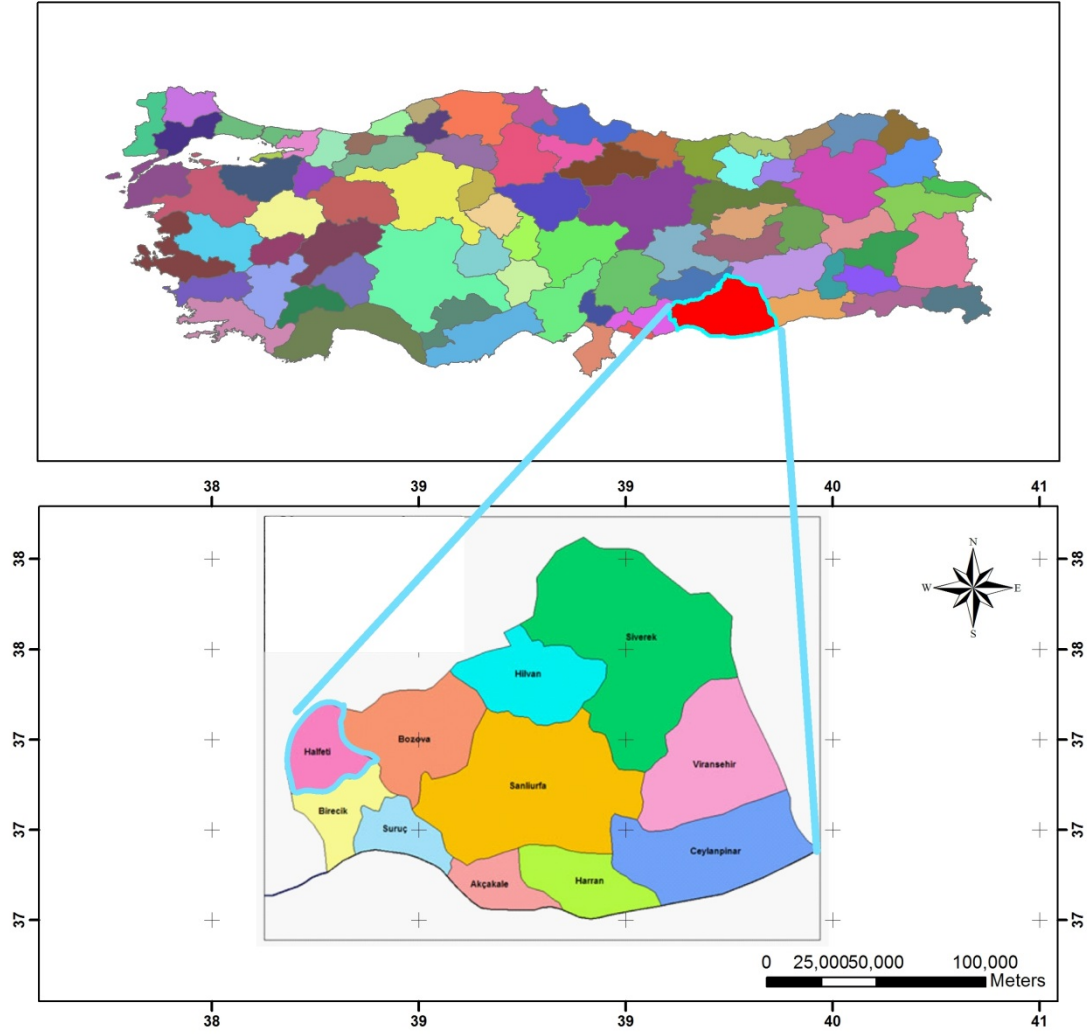
Birecik Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almakta olup, Birecik ilçesi Şanlıurfa iline bağlıdır. Birecik yüzölçümü 912 km² alan olup, alan olarak Türkiye'nin 345. en büyük ilçesidir. Birecik haritası konumu ise 37° 1' 29.9784" Kuzey ve 37° 58' 38.9064" Doğu gps koordinatlarıdır. Birecik ilçesi bağlı olduğu Şanlıurfa iline 74 kilometre mesafe uzaklıktadır. Birecik rakımı 349 metredir. (ortalama deniz seviyesine göre yüksekliği) (Şekil 1).

Gayeli toprak örneği alma yöntemi ile Birecik ilçesi tarım alanlarından toplam 94 adet toprak örneği alınmıştır. Her bir örnekleme noktasında, örnek alınacak arazinin büyüklüğü, toprak ve topografik yapısı göz önüne alınarak örnek alınıp paçal numune haline getirilmiştir. Toprak örnekleri; yeni ekilmiş ve gübrelenmiş arazilerden olmayacak şekilde Jackson (1962) tarafından bildirildiği tarzda 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınıp, polietilen torbalara konulmuş, etiketlenmiş ve laboratuvara ulaştırılmıştır. Laboratuvarında örnekler içindeki taş ve bitki parçacıkları ayıklanarak havada kurutulan toprak örnekleri 2 mm'lik plastik elekten elenmiş ve polietilen torbalara konulduktan sonra fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmak üzere muhafaza edilmiştir. Toprak örneği alınan yerlerin yer koordinatları Yer Konumlama Cihazı (GPS=Global Posiotioning System) ile belirlenmiştir. Şanlıurfa İli Birecik ilçesi tarım alanlarından alınan toprak örneklerinde; Saturasyon (%) (Richards, 1954), Toprak Bünyesi (%) hidrometre metodu ile (Bouyoucus, 1951), Toprak Reaksiyonu (pH) (Horneck, ve ark. 1989). Kalsiyum Karbonat (%) Scheibler kalsimetresiyle (Allison ve Moodie 1965), Toplam Tuz (%) (Jackson, 1962), Alınabilir Fosfor (P₂O₅), Olsen ve ark. 1954), Organik Madde (%) (Walkley ve Black, 1934) ve Alınabilir Potasyum (K₂O) (Carson, 1980) tayin edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri aşağıda Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1'de görüldüğü gibi CV'ler çok

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi



Şekil 1. Şanlıurfa İli, Birecik İlçesinin konumunu gösteren harita

farklılık göstermiştir. Değişkenliğin göstergesi olan varyasyon katsayısı değerini Wilding ve ark. (1994), CV değerlerine göre toprak özelliklerindeki değişkenliği $CV \leq 15$ ise küçük değişkenlik, $16-30$ ise orta değişkenlik ve ≥ 30 ise yüksek değişken olarak sınıflandırmışlardır. Buna göre toprakların özellikleri değerlendirildiğinde, en az değişkenliği toprak reaksiyonu ($CV=1,59$), orta değişkenliği kil ($CV=27,13$), silt ($CV=23,84$), kum ($CV=27,71$) ve kireç ($CV=28,18$), miktarları, yüksek değişkenliği ise EC ($CV=38,41$), OM ($CV=35,42$), alınabilir P ($CV=65,15$), K ($CV=68,63$) ve mikro elementler Fe, Cu, Zn ve Mn sırasıyla 65,89, 62,30, 70,61 ve 101,5 göstermiştir. Benzer

sonuçlar başka araştırmalar tarafından da bulunmuştur (Wilding ve ark. 1994; Akbaş ve Durak 2006). Çalışma alanının farklı toprak oluşturan faktörlerin etkisinde oldukları ve farklı uygulamalara maruz kaldıkları göz önüne alındığında toprak özelliklerinin bu denli değişiklik göstermesi doğal olduğu düşünülmektedir. Toprakların, bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 2’de, toprakta bulunan bazı bitki besin elementlerinin değerlendirilmesi ise Çizelge 3’te sunulmuştur. Çizelge 1, 2 ve 3 birlikte değerlendirildiğinde;

Bünye

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden tanımlayıcı istatistikleri (n=94).

Özellik	Birim	Ortalama	Varyans	SD	CV	Max.	Min.
Kil	%	35,75	94,04	9,70	27,13	57,00	21,00
Silt	%	27,19	42,02	6,48	23,84	54,00	13,30
Kum	%	37,06	105,24	10,26	27,71	59,04	14,24
pH	S.Ç.	7,64	0,01	0,12	1,59	7,92	7,34
EC	%	1,92	0,55	0,74	38,41	4,24	0,40
CaCO ₃	%	31,97	81,16	9,01	28,18	79,00	10,90
O.M.	%	1,48	0,27	0,52	35,42	2,93	0,82
Alınabilir P	mg/kg	24,31	250,84	15,84	65,15	113,24	6,41
Alınabilir K	mg/kg	344,01	55735,2	236,08	68,63	1687,00	103,9
Fe	mg/kg	5,17	11,58	3,40	65,89	14,76	0,93
Cu	mg/kg	2,02	1,58	1,26	62,30	7,08	0,61
Zn	mg/kg	0,49	0,12	0,35	70,61	1,76	0,15
Mn	mg/kg	46,95	2269,9	47,64	101,5	235,53	4,48

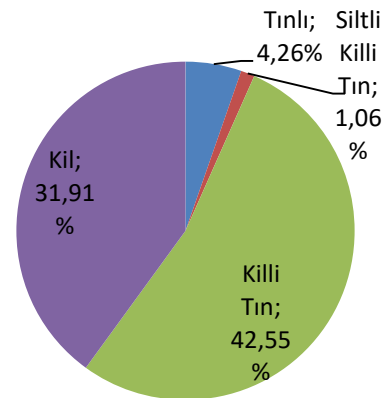
O.M.: Organik Madde, SD: Standart Sapma, CV: Varyasyon Katsayısı

Genel tanımlamaya göre killi ve killi-tınlı bünyeye sahip olan toprakların Kil kapsamları % 21 – 57, Silt kapsamları % 13.3 – 54, Kum kapsamları ise % 14.24 – 59.04 arasında değişmekte olup, kil, silt ve kum değerlerinin ortalamaları sırasıyla %35.75, %27.19 ve % 37.06 bulunmuştur (Çizelge 1). Oransal olarak değerlendirildiğinde, toprak numunelerinin 4.26'sı tın, %1.06'sı siltli-killi-tın %42.55'i killi-tın ve %31.91'si ise kil bünyeli sınıfa girmiştir. Saturasyon yüzdesine göre yapılan sınıflandırma da Bouycous yöntemine benzer sonuç vermiştir (Çizelge 2; Şekil 2). Bu sonuçlar birçok araştırmacının çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. (Kızılgöz ve ark. 1999; Seyrek ve ark. 1999)

pH

Araştırma alanı topraklarının pH' ları 7,34 – 7,92 arasında değişmekte olup ortalama pH değeri 7,64'dür (Çizelge 1). Çizelge 2'de görüldüğü gibi toprak örneklerinin pH' ları nötr

ile hafif alkalin arasında değişmekte ve toprakların % 86.17' i nötr, % 13.82 si ise hafif alkalin pH' da oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). Benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından da bulunmuştur. (Kızılgöz ve ark. 1999; Seyrek ve ark. 1999; Saraçoğlu ve ark. 2009; 2010 ve 2013).

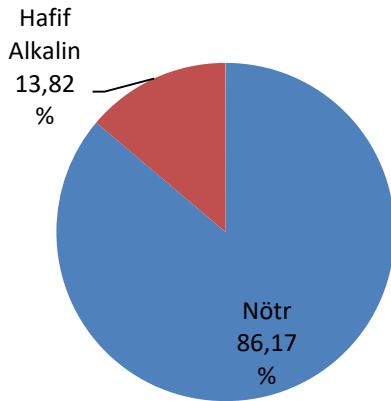


Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

Şekil 2. Toprakların bünye sınıflarına göre % dağılımı

EC

Araştırma topraklarının toplam tuz değerlerine baktığımız (elektriksel iletkenlik) bu değerlerin $EC < 0,40 - 4,24$ dS/m arasında değiştiği görülmüştür. Ortalama değer ise 1.92'dir (Çizelge 1). Toprakların tamamı tuzsuz durumdadır (Çizelge 2). Bu değerler toprakların tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu olmadığını göstermektedir (Tüzüner, 1990). Şanlıurfa ili ve çevresinde daha önceden yapılmış olan araştırmalarda Harran ile Akçakale'nin bir kısmı hariç, toprakların tuzluluk yönünden herhangi bir sorunun olmadığı ve bu alanlarda sınırlama olmaksızın birçok kültür bitkilerinin yetiştirilebileceği anlaşılmaktadır. Kızılgöz ve ark. (1999), Seyrek ve ark. (1999) ve Saraçoğlu ve ark. (2009; 2010; 2013) benzer sonuçlar bulmuşlardır.



Şekil 3. Toprakların pH durumu.

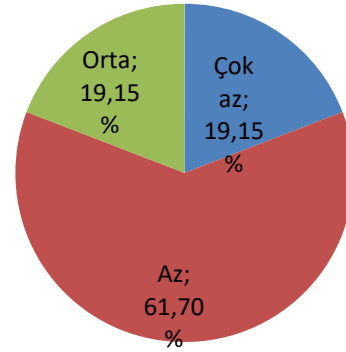
Organik madde

Analiz yapılan toprak örneklerinin organik madde kapsamları % 0.82 – 2.93 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Bu numunelerin %19.15' i çok az, %61.70' i az ve %19.15' inde ise orta miktarda organik madde bulunmuştur. (Çizelge 3; Şekil 4). Bu çalışma Seyrek ve ark.(1999)'nın yaptığı çalışmayla paralellik göstermekte olup oldukça fakir bulunmuştur. Bu sonuçlar birçok araştırmacının çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

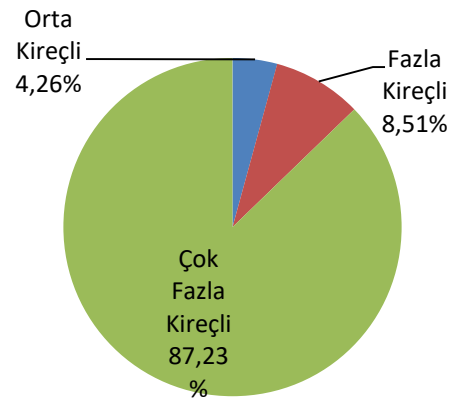
(Kızılgöz ve ark. 1999; Seyrek ve ark. 1999; Saraçoğlu ve ark. (2009; 2010; 2013).

Kireç

Analiz yapılan toprak örneklerinin kireç kapsamları % 10.9 - 79 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Bu numunelerin %4.26' sı orta, %8.51' i fazla ve %87.23' ü ise çok fazla kireçli çıkmıştır. (Çizelge 3; Şekil 5). Aynı yörede yapılmış birçok çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur (Kızılgöz ve ark. 1999; Seyrek ve ark. 1999; Saraçoğlu ve ark., 2009, 2010 ve 2013). Kirecin bu kadar yüksek olması ana materyalden kaynaklanmaktadır. Çünkü yöre topraklarının ana materyalinin çoğu kireç taşıdır.



Şekil 4. Toprakların organik madde kapsamları

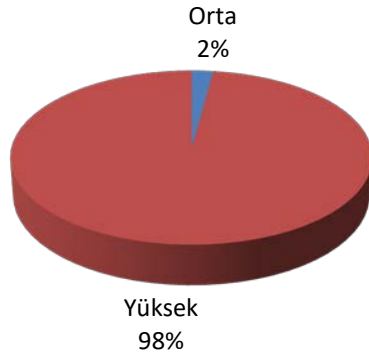


Şekil 5. Toprakların kireç kapsamları

Bitkiye Yararışlı P; Analiz yapılan toprak örneklerinin Bitkiye Yararışlı P mg kg⁻¹

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

kapsamları 6.41 – 113.24 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama değer ise 24.31'dir. (Çizelge 1). Bu numunelerin %2.13'ü orta ve %97.87'sinde ise yüksek miktarda fosfor bulunmuştur (Çizelge 3; Şekil 6). Fosforun bu kadar farklılık göstermesinin nedeni toprakların hem tarım yapılan hem de tarım yapılmayan alanlardan alınmış olması ve ayrıca tarımsal alanlarda, çiftçiler arasında farklı miktarlarda gübre kullanılmasıyla açıklanabilir.



Şekil 6. Toprakların yarayışlı P (kg P₂O₅/da) kapsamları bakımında % dağılımları

Bitkiye Yarayışlı K; Toprakların alınabilir potasyum kapsamlarının 103.9 – 1687 mg kg⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir. Ortalama ise 344.01 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Alınan tüm topraklarda K₂O yüksek bulunmuştur. (Çizelge 3). Bu değerler genellikle toprakların alınabilir potasyum içeriği açısından iyi durumda olduğunu göstermektedir. Ancak potasyum, yetiştirilen ürünün renk, tat ve aroma gibi kalite unsurlarını etkilediğinden tarımı yapılan kültür bitkilerine yeterli miktarda potasyumlu gübre uygulanması yararlı olacaktır. Yörede yapılan bazı çalışmalarda toprakların yarayışlı K içeriklerinin çoğunlukla yeterli ve çok yüksek düzeylerde olduğu görülmüştür (Kızılgöz ve ark. 1999; Seyrek ve ark. 1999; Saraçoğlu ve ark., 2009, 2010 ve 2013).

Fe; Analiz yapılan toprak örneklerinin Fe kapsamları Fe 2323-0.93 ppm arasında değişmiş olup ortalama değer 5.17 ppm

bulunmuştur.(Çizelge 1). Alınan tüm topraklarda Fe önerilen dozun üzerinde bulunmuştur. (Çizelge 3).

Cu; Analiz yapılan toprak örneklerinin Cu kapsamları 7.08-0.61 ppm arasında değişmiş olup, ortalama değer 2.02 ppm bulunmuştur (Çizelge 1). Alınan tüm topraklarda Cu önerilen dozun üzerinde bulunmuştur. (Çizelge 3). Bakır preparatlı gübrelerle ihtiyaç bulunmamaktadır.

Zn; Araştırma topraklarının yarayışlı Zn içeriği 1.76-0.15 ppm arasında değişmiş olup, ortalama değer 0.49 ppm bulunmuştur (Çizelge 1). Lindsay and Norvell, (1978)'in bildirdiği kritik değerlere göre, toprak numunelerinin %64.89 düşük, %24.46 yeterli ve %10.63'sinde ise yüksek miktarda çinko bulunmuştur. (Çizelge 3). FAO, (1990)'ya göre ise %79.79'si düşük, ve %20.21'i ise yeterli bulunmuştur. Kızılgöz ve ark.(1999)' in yaptığı çalışma sonucunda Zn yetersiz bulunmuştur.

Mn; Araştırma alanı toprak örneklerinin Mn kapsamları 235.53-3.86 ppm arasında değişmiş olup, ortalama değer 46.95 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Alınan tüm topraklarda Mn, Lindsay and Norvell, (1978)'in bildirdiği kritik seviyenin üzerinde bulunmuştur. FAO, (1990)'ya göre ise %34.04 'ü düşük, %25.53'ü yeterli %36.17'si yüksek ve %4.26'sı ise çok yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Bu çalışma Bayraklı ve Gezgin (1996)' nın yaptığı çalışma ile uyum göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışma 2008 yılında Şanlıurfa İli Birecik ilçesi 'nin; tarım alanlarında yoğun olarak yetiştirilen ürünlerden, boş alan ve mera alanlarından alınan 94 toprak örneği ile yürütülmüş olan analiz sonuçlarına göre; Birecik ilçesi toprakları kil bünyeli, fazla kireçli, organik madde bakımından genellikle yetersiz, fosfor bakımından alınan örneklerin çoğunda yüksek, bitkiye yarayışlı Fe bakımından % 43.61 yüksek, %34.04 yeterli ve %22.34 ise düşük, Zn bakımından %10.63 yüksek, %24.46 yeterli ve %64.89 ise düşük, Mn, Cu bakımından yeterli ve K₂O bakımından ise %100 yüksek bulunmuştur. Topraklar organik maddece zenginleştirilmelidir. Sıcak bölge olduğundan organik madde hızlı

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

parçalanmaktadır. Bundan dolayı her yıl çiftlik gübresi vb. organik gübreler ve azotlu gübreler uygulanmalıdır.

Kaynaklar

Akbaş F ve Durak A (2006). Entisol ordosuna ait bir arazide bazı toprak özelliklerinin değişiminin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20

Çizelge 2. Toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesi

Toprak İçeriği	Birim	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
Suyla Doygunluk (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	%	<30	Kumlu		
		31-50	Tınlı	1	1.06
		51-70	Killi-tınlı	67	71.24
		71-110	Killi	26	27.65
		>110	Ağır Killi	-	-
pH (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	SÇ	<4.5	Kuvvetli asit	-	-
		4.5-5.5	Orta asit	-	-
		5.5-6.5	Hafif asit	-	-
		6.5-7.5	Nötr	13	13.82
		7.5-8.5	Hafif alkali	81	86.17
		>8.5	Kuvvetli alkali	-	-
Elektriksel İletkenlik (EC) (Richards, 1954)	(dS/m ⁻¹)	0-4	Tuzsuz	93	98.94
		4-8	Hafif tuzlu	1	1.06
		8-15	Orta derecede tuzlu	-	-
		>15	Çok fazla tuzlu	-	-
Organik Madde	%	1 < ise	Çok az	18	19.15
		1 – 2	Az	58	61.70
		2 – 3	Orta	18	19.15
		3 – 4	İyi	-	-
		4 > ise	Yüksek	-	-
Kireç	%	1 < ise	Az kireçli	-	-
		1 – 5	Kireçli	-	-
		5 – 15	Orta	4	4.26
		15 – 25	Fazla	8	8.51
		25 > ise	Çok fazla	82	87.23
Toprak Bünyesi			Killi	30	31.91
			Killi Tınlı	40	42.55
			Siltli Killi Tınlı	1	1.06
			Tınlı	4	4.26

(39):43-52

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

- Allison L.E., Moodie C.D. (1965). Carbonate, In: C.A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy no. 9, ASA, SSSA, WI, USA, pp 1379–1400
- Bayraklı, ve Gezgin, S., 1996. Kanalizasyon suyu ile sulanan tarım topraklarında kirlenme durumu. İst. Büyükşehir Bel. Org. Bildiri. İstanbul.
- Bouyoucus, G.J.A. 1951. Recalibration of The Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil.
- Carson, P. L. 1980. Recommended potassium test. In: Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. Rev.Ed. North Central Region Publication No: 221. North Dakota Agric.Exp. Stn. North Dakota State University, Fargo, USA
- Çimrin, K. M. VE S. Boysan, 2006. Van yöresi

Çizelge 3 Toprakta bulunan bazı bitki besin elementlerinin değerlendirilmesi

Besin Elementi	Yöntem	Birim	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
Alınabilir Fosfor	(Ülgen ve Yurtsever, 1995)	mg kg ⁻¹	0-3	Çok az	-	-
			3-6	Az	-	-
			6-9	Orta	2	2.13
			9-12	Yüksek	92	97.87
Alınabilir Potasyum	(Ülgen ve Yurtsever, 1995)	mg kg ⁻¹	<20	Az	44	46.81
			20-30	Orta	30	31.91
			30-40	Yeterli	12	12.77
			>40	Yüksek	8	8.51
Fe (DTPA)	(Lindsay and Norvell, 1978)	ppm	<2.5	Düşük	21	22.34
			2.5-4.5	Orta	32	34.04
			>4.5	Yüksek	41	43.61
Cu (DTPA)	(Lindsay and Norvell, 1978)	ppm	<0.2	Yetersiz	-	-
			>0.2	Yeterli	94	100
Zn (DTPA)	(FAO, 1990)	ppm	<0.2	Çok düşük	-	-
			0.2-0.7	Düşük	75	79.79
			0.7-2.4	Yeterli	19	20.21
			2.4-8.0	Yüksek	-	-
			>8.0	Çok yüksek	-	-
Mn (DTPA)	(FAO, 1990)	ppm	<4	Çok düşük	-	-
			4-14	Düşük	32	34.04
			14-50	Yeterli	24	25.53
			50-170	Yüksek	34	36.17
			>170	Çok yüksek	4	4.26
Zn (DTPA)	(Lindsay and Norvell, 1978)	ppm	<0,5	Düşük	61	64.89
			0,5-1,0	Yeterli	23	24.46
			>1,0	Fazla	10	10.63
Mn (DTPA)	(Lindsay and Norvell, 1978)	ppm	< 1	Yetersiz	-	-
			1,0	Yeterli	94	100

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

- tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 16(2):105-111.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, U. N. ve Talaz, S., 1995. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Toprak ve Su kaynakları Araştırma Yıllığı. Yayın No: 98, 1996, Ankara.
- Fao, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa.Rome.
- Güzel, N., Ortaş, İ. ve İbrikçi, H., 1991. Harran Ovası Toprak Serilerinde Yararlı Mikroelement Düzeyleri ve Çinko Uygulamasına Karşı Bitkinin Yanıtı. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi 6(1): 15-30 Adana.
- Horneck, D.A., J.M. Hart, K. Topper, and B. Koepsell. 1989. Methods of soil analysis used in the Soil Testing Laboratory at Oregon State University. SM 89:4 Agric. Expt. Sta., 21 pgs. OSU, Corvallis, OR.
- Jackson, M. L. (1962), Soil Chemical Analysis, Constable and Company Ltd., London, England.
- Jackson, M.C. 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall. Inc. Eng. Cliff. USA.
- Kızılgöz, İ., Kızılkaya, R. Kaptan, H. ve SÜRÜCÜ, A., 1998. Harran Ovası yaygın toprak serilerinin DTPA ile ekstrakte edilebilir mikroelement içerikleri ve bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*, Cilt:2, sayı:4, 27-34.
- Kızılgöz, İ., Kızılkaya, R. Açar İ., Seyrek, A., Kaptan, H., 1999. Şanlıurfa Yöresinde antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) yetiştirilen toprakların verimlilik düzeylerinin saptanması üzerine bir araştırma. GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs 1999. II. Cilt:987-994. Şanlıurfa
- Linsay, W.L. ve Norvell, W:A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci., Soc. Am. J.* 42:421-428.
- Olsen, S. R., V. Cole, F. S. Watanable ve Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep.Of Agr. Cir. 939, Washington D.C.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Saraçoğlu, M. ve Anlağan Taş, M. 2008. Şanlıurfa İli Harran İlçesi Topraklarının Bitki Besin Elementi Kapsamları. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. S:1036 - 1045 8- 10 Ekim 2008. Konya.
- Saraçoğlu, M., Anlağan Taş, M., Koşar, İ., Yetim, S. ve Sürücü, A. 2009. Şanlıurfa İli Bozova İlçesi Topraklarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. 7-10 Ekim 2009. Nevşehir.
- Saraçoğlu, M., Polat H., Anlağan Taş, M., Koşar, İ., Yetim, S., Sürücü, A. 2010. Şanlıurfa İli Harran İlçesi Kuru Alanlardaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. I.Ulusal Toprak ve Su Kongresi. 1-4 Haziran 2010. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eskişehir.
- Saraçoğlu, M., Anlağan TAŞ, M., Koşar, İ., Kara, H., Sürücü, A. 2010. Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi Sulu Tarım Alanlarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. I. Ulusal Toprak ve Su Kongresi. S.905-910 1-4 Haziran 2010. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eskişehir.
- Saraçoğlu, M., Koşar, İ., Anlağan TAŞ, M., Aydoğdu, M., Sürücü, A. Kara, H.. 2013. Şanlıurfa İli Harran İlçesi Sulu Alanlarındaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi. S.339-341. 3 – 7 Haziran 2013 Nevşehir.
- Saraçoğlu, M., Anlağan TAŞ, M., Koşar, İ., Aydoğdu, M., Kara, H., Sürücü, A., Oğur Özkan, N. 2013. Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi Kuru Alanlardaki Toprakların Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. 6.Ulusal Bitki Besleme Ve Gübreleme Kongresi. 3 -7 Haziran 2013. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Nevşehir.

Şanlıurfa İli Birecik İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Element Kapsamlarının Belirlenmesi

- Saraçoğlu, M., Sürücü, A. Koşar, İ., Anlağan TAŞ, M., Aydoğdu, M., Kara, H.. 2013.
- Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. S:181-188. 22 – 24 Ekim 2013. Tokat.
- Seyrek, A., Kızılgöz, İ., Çullu, M.A. ve İnce, F., 1999. Harran Ovasında Taban Suyu Etkisindeki Toprakların Ağır Metal İçerikleri. GAP 1. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs 1999, Şanlıurfa.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63:251-263.
- Wilding, L P, Bouma and D W Gross (1994). Impact of spatial variability on interpretative modelling, In:Quantitative Modelling of Soil Forming Processes R.B. Bryant and Arnold R.W. (ed), SSSA Special Publication Number 39, SSSA, Inc. Madison Wisconsin, USA.



Fosfor ile Zenginleştirilmiş Biyokömürün Marul Bitkisinin (*Lactucasativa* L. cv. Maritima) Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Özge ŞAHİN¹ Mehmet Burak TAŞKIN¹ Emre Can KAYA¹ Havva TAŞKIN¹

Özet

Tavuk gübresinden elde edilmiş biyokömür (BK) ve fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömürün (BK+fosfor) marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün verim ve mineral element konsantrasyonlarına etkisi belirlenmiştir. Araştırmada marul bitkisi kontrol ile P konsantrasyonu 200 mg kg⁻¹ olacak şekilde fosfor, BK ve BK+fosfor uygulamaları ile vejetasyon dönemi boyunca yetiştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları ile N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları belirlenmiştir. Bitkilerin ilk hasatının ardından aynı saksılara uygulamaların bakiye etkisini belirlemek amacıyla tekrar marul fidesi dikilmiş ve ilk hasattaki parametreler üzerine etkisi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek yaş ağırlık her iki denemede de fosfor ve BK+fosfor uygulamasından elde edilmiştir. Birinci denemeden elde edilen ürünün N konsantrasyonları üzerine uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bir fark yaratmazken, ikinci üründe en yüksek N konsantrasyonu BK ve BK+fosfor uygulamasında belirlenmiştir. Her iki üründe de en yüksek P, K, Ca ve Mg konsantrasyonunu BK+fosfor uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamaların birinci ve ikinci ürünün Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları üzerine etkisi farklı olmuştur. Bu araştırma sonucunda tükenmekte olan fosfor kaynaklarının daha etkin kullanılabilmesi için biyokömür ile fosforun karıştırılarak uygulanmasının etkili bir strateji olacağını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Biyokömür, fosforca zenginleştirilmiş biyokömür, fosfor, marul.

Effect of Phosphorous-Enriched Biochar on the Growth and Mineral Element Concentration of Lettuce (*Lactuca Sativa* L. cv. Maritima)

Abstract

The effectiveness of phosphorus, poultry manure-derived biochar (BC) and phosphorus-enriched biochar (BC+phosphorus) on fresh weight and mineral element concentration of first and second harvest of lettuce plant. In this purpose Maritima lettuce cultivars were grown with control and phosphorus, BC and BC+phosphorus application, phosphorus concentration were to be 200 mg kg⁻¹, during the vegetation period. After the first harvest, on the growth, and P, N, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn concentration of lettuce plant were determined. After the harvesting, determined to residual effect on the same pot phosphorus, BC and BC+phosphorus were applied into the same pot. After the first harvesting phosphorus, BC and BC+phosphorus were applied into the same pot to determine the residual effect of application on lettuce plant, and plant growth and N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu concentrations were determined. As a result, the wet weight were determined were highest in the both yield by phosphorus and BC+phosphorus application. There were not statistically significant difference between the treatments on N concentration of the first crop. For the second crop, N concentrations of BC and BC+phosphorus were the highest. The highest P, K, Ca and Mg concentrations of the first and second crop was determined with BC+ P application. Depending on the application, there were differences on Fe, Zn, Cu and Mn concentration of both yields. The results of this research suggest that using phosphorus enriched biochar alternatively to the commercial phosphorus fertilizers is seems to be a good strategy to protect declining phosphate reserves.

Key words: Biochar, phosphorous-enriched biochar, phosphorus, lettuce.

Giriş

Tavuk gübresi, herhangi bir işlem görmeden doğrudan tarım alanlarına uygulandığında bazı

patojenlerin yayılması ve atmosfere salınan sera gazları nedeniyle çevre kirliliğine yol açabilmektedir. Bu sorunlarla karşılaşmamak

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ANKARA

için alternatif metotlar geliştirilerek klasik yöntemler ile etkinliklerinin karşılaştırılması önem taşımaktadır. Piroliz, her türlü organik atığın oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıkta ısıtılarak termal parçalanma ile gaz, katı veya sıvı ürünlere dönüşmesi işlemidir. Atıkların inert, vakum veya indirgen (hidrojen gibi) ortamlarda katalizörlü veya katalizörsüz, sıcaklık etkisiyle bozundurulması temeline dayanır. Bozunma sırasında sıcaklık etkisi ile atığın yapısında bağ kopmaları veya zincir kırılmaları sonunda gaz, sıvı ve katı ürünler oluşur. Hayvan gübreleri tarımsal atıklar içinde önemli bir yer tutar. Bu atıkların uygun işleme teknikleri ile işlenerek tarım alanlarına gübre olarak kazandırılması kimyasal gübrelerden tasarruf sağladığı gibi hayvansal atıkların çevre üzerine olumsuz etkileri de giderilmiş olur. Hayvansal atıklardan bir tanesi olan tavuk gübresinin pirolizi ile elde edilen biyokömürün besin maddesi kapsamı piroliz esnasında daha konsantre bir hale geldiğinden bitkiler için yavaş çözünen bitki besin maddesi kaynağı haline gelmektedir (Agblevor ve ark. 2010). Biyokömür toprak verimliliğini artıran bir toprak düzenleyicidir (Lehmann ve ark. 2011). Besin maddelerinin topraklarda tutunmasını sağlar, toprakta su tutma ve havalanmayı artırır, toprakta mikroorganizma ve mikoriza aktivitesini artırır ve ağır metal toksisitesini azaltmaktadır (Glaser ve ark. 2002; Lehmann ve ark. 2003; Warnock ve ark. 2007; Park ve ark. 2011). Biyokömür, içerdiği yüksek organik madde nedeniyle organo mineral gübrelerin üretilmesinde hammadde kaynağı olarak kullanılabilme potansiyeli oldukça yüksektir. Gunes ve ark. (2014) fosforca zenginleştirilmiş biyokömür ile P ve diğer mineral element yarıyışlılığının arttığı buna bağlı olarak bitki veriminin arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda kimyasal P gübresine göre fosforca zenginleştirilmiş biyokömürün azalan fosfat kaynakları yerine kullanımını ile P ve diğer besin maddesi yarıyışlılıkları ve verim üzerine olumlu etki yapacağı düşünülmekte olup bu araştırmada tavuk gübresinden elde edilen biyokömür ve biyokömürün fosfor ile zenginleştirilmiş formu ile fosfor uygulamasının bakiye etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada Maritima marul (*Lactuca sativa* L.) çeşidi test bitkisi olarak kullanılmıştır. Bitkiler 10 kg toprak içeren saksılarda her saksıya 5 adet marul fidesi dikilerek 3 tekerrürlü olarak kontrol, fosfor, BK ve BK+fosfor uygulamaları ile 01.11.2014 tarihinde yetiştirilmeye başlanmıştır. BK tavuk gübresinin pirolizi sonucu elde edilmiş olup, elde edilen BK' a H_3PO_4 ilavesiyle BK+fosfor elde edilmiştir. Elde edilen materyallerin toplam P konsantrasyonu PEDXRF'te belirlenmiş ve materyaller saksılara 200 mg kg^{-1} fosfor verecek şekilde uygulanmıştır. Bitkilere dikimle birlikte 50 mg kg^{-1} N ve 21.11.2014'de 50 mg kg^{-1} N %33'lük amonyum nitrattan uygulanmıştır. Deneme 12.12.2014'de hasat edilerek birinci deneme tamamlanarak birinci ürün alınmıştır. Uygulamaların bakiye etkisinin belirlenmesi amacıyla aynı saksılara 17.12.2014'de ikinci ürün olarak yine 5 adet marul fidesi dikilmiş ve 05.02.2016'da hasat edilerek ikinci deneme tamamlanmıştır. Devam eden denemede de azot ihtiyacını karşılamak için bitkilere 31.12.2014 ve 29.01.2015 tarihlerinde 50 'şer $\text{mg kg}^{-1}\text{N}$, % 33 lük amonyum nitrattan uygulanmıştır.

Hasattan sonra bitkiler önce çeşme sonra saf su ile yıkanmış ve havalı kurutma dolabında 65°C 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin kuru ağırlıkları belirlendikten öğütülmüş ve N Bremner (1965)'e göre, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonları Horwitz (1980) ve Kalra (1998)'e göre belirlenmiştir.

Biyokömürün hazırlanması

Tavuk gübresi (broiler altlığı) piroliz edilmiştir. Bunun için oksijen almayan ancak yanma esnasında oluşan gazların dışarı atılmasına olanak sağlayan bir reaktör kullanılmıştır. Hava kurusu halde bulunun tavuk gübresi öğütüldükten sonra reaktöre konulup 300°C sıcaklıkta 3 saat süreyle piroliz edilerek denemelerde kullanılmak üzere biyokömür elde edilmiştir (Gunes ve ark. 2014).

Fosfor ile Zenginleştirilmiş Biyokömürün Marul Bitkisinin (*Lactucasativa* L. cv. *Maritima*) Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömürün besin maddesi miktarları

Parametreler	Toprak	Biyokömür
Tekstür (Bouyoucos)	Killi tın	-
CaCO ₃ , g kg ⁻¹	70.9	-
pH (1:2.5)	7.53	9.38
EC (1:2.5), dS m ⁻¹	0.46	15.19
Organik madde (Walkley Black), g kg ⁻¹	17.7	-
Toplam-N (Kjeldahl), g kg ⁻¹	0.60	48.40
P (NaHCO ₃ -alınabilir), mg kg ⁻¹	4.98	760
Toplam -P (X-RF), g kg ⁻¹	0.91	2197
K (NH ₄ OAc- Değişebilir), mg kg ⁻¹	1068	-
Toplam -K (X-RF), g kg ⁻¹	14.7	6668
Ca (NH ₄ OAc- Değişebilir), mg kg ⁻¹	5559	-
Toplam -Ca (X-RF), g kg ⁻¹	36.4	4809
Mg (NH ₄ OAc- Değişebilir), mg kg ⁻¹	496	-
Toplam -Mg (X-RF), g kg ⁻¹	11.3	1345
Zn (DTPA- Yarayıslı), mg kg ⁻¹	0.96	-
Toplam -Zn (X-RF), mg kg ⁻¹	70.0	1089
Fe (DTPA- Yarayıslı), mg kg ⁻¹	3.62	-
Toplam -Fe (X-RF), g kg ⁻¹	39.1	3088
Cu (DTPA- Yarayıslı), mg kg ⁻¹	1.89	-
Toplam -Cu (X-RF), mg kg ⁻¹	36.4	1228
Mn (DTPA- Yarayıslı), mg kg ⁻¹	7.55	-
Toplam -Mn (X-RF), mg kg ⁻¹	810	1066

Deneme Toprağı, Biyokömür ve Fosforca Zenginleştirilmiş Biyokömürün Mineral Element Konsantrasyonlarının PEDXRF İle Belirlenmesi

Araştırma toprağı ile deneme kullanılan biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömürün P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları belirlenmiştir. Elenmiş toprak örneğı ile öğütölmüş biyokömür materyallerinden 2 g tartılmış ve bu tartıma 0.9 gram yapıştırıcı ilave edilerek homojen bir karışım elde edilmiştir. Elde edilen karışımından “Toz pelet hazırlama makinası” ile peletler hazırlanmış ve bu peletlerde USGS standartlarınca belirtilen GBW7109 ve GBW7309 standardı kullanılarak Specto XLAB 2000 PEDXRAF cihazında element okumaları yapılmıştır (Gunes ve ark. 2009, 2010)

Deneme Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Deneme de kullanılan toprak, A.Ü. Ziraat Faköltesi Toprak Bölümü deneme alanından alınmıştır. Toprak örneğı laboratuvarı hava kuru duruma getirilip, 2 mm’lik elekten geçirildikten sonra tekstür Bouyoucos (1951), pH Jackson (1958), elektriksel iletkenlik (EC) Richards (1954), organik madde Jackson (1958), kireç Hızalan ve Ünal (1966), toplam N Bremner (1965), yarayıslı P Olsen ve ark. (1954), yarayıslı K, Na, Ca ve Mg Pratt (1965) ve yarayıslı Fe, Zn, Cu ve Mn Lindsay ve Norvell (1978)’e göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tavuk gübresinden piroliz yöntemi ile biyokömür elde edilmesi ve biyokömürün fosforca zenginleştirilmesi ile birinci ve ikinci ürün marul bitkilerinin gelişimine etkilerinin belirlenmesi bu araştırmanın temel amacıdır.

Fosfor ile Zenginleştirilmiş Biyokömürün Marul Bitkisinin (*Lactucasativa* L. cv. *Maritima*) Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Araştırmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Buna göre deneme toprağı killi tın bünyeye sahip, organik madde miktarı yetersiz, orta kireçli, tuzsuz ve alkali reaksiyonlu, toplam N, yarayışlı Fe ve Mn bakımından noksan, alınabilir P ve yarayışlı Zn bakımından yeterli, değişebilir K, Ca ve Mg içeriğı fazla ve yarayışlı Cu içeriğı çok fazla olarak belirlenmiştir.

Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömürle yetiştirilen marul bitkisinin birinci ve ikinci ürününün yaş ağırlıkları ile yapraklarındaki N konsantrasyonları Çizelge 2'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 3'de P ve K; Çizelge 3'de Ca ve Mg; Çizelge 5'de Fe ve Zn ve Çizelge 6'da ise Cu ve Mn konsantrasyonları verilmiştir. Araştırma sonucunda BK+fosfor uygulamasına bağlı olarak özellikle bitkilerin P,

(2011) tarafından yapılan inkübasyon çalışmasında P ve biyokömür uygulamasına bağlı olarak P konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir. Demir ve ark. (2010) ve Sahin ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada tavuk gübresi ile domates ve biber bitkilerinin veriminin arttığı belirtilmiştir. Revell ve ark. (2014)'ün yürüttüğü çalışmada toprağı uygulana ve toplam P içeriğı 43 g kg⁻¹ biyokömürün, toprakta P yarayışlılığını arttırdığını bildirilmişlerdir. Gunes ve ark. (2014) tarafından yürütülen çalışmada biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulanan marul bitkisinin N, P, K konsantrasyonunun kontrole göre arttığı buna bağlı olarak bitki kuru ağırlığının da arttığı, Ca, Mg, Fe, Zn konsantrasyonlarının ise azaldığı bildirilmiştir. Inal ve ark. (2015) tarafından 0, 2.5, 5, 10 ve 20 g kg⁻¹ biyokömür uygulamalarının fasulye ve

Çizelge 2. Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının marul bitkisinin birinci ve ikinci ürünün yaş ağırlıkları ile N konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulama	YaşAğırlık (g bitki ⁻¹)		N (g kg ⁻¹)	
	1. Ürün	2. Ürün	1. Ürün	2. Ürün
Kontrol	50.82 b	50.82 b	0.41 b	0.93 c
Fosfor	51.23 ab	51.23 ab	1.19 a	1.59 b
BK	49.65 c	49.65 c	1.15 a	1.93 ab
BK+fosfor	51.58 a	51.58 a	1.31 a	2.04 a
Duncan LSD	0.65	0.65	0.17	0.42
F	37.45**	37.45**	134.52**	31.43**

**p<0.01

Çizelge 3. Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün P ve K konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulama	P (g kg ⁻¹)		K (g kg ⁻¹)	
	1. Ürün	2. Ürün	1. Ürün	2. Ürün
Kontrol	2.12 c	2.28 c	80.06 c	90.59 d
Fosfor	3.70 b	3.60 b	83.67 c	134.06 c
BK	3.75 b	3.66 b	90.11 b	169.05 b
BK+ fosfor	5.74 a	5.30 a	105.13 a	205.17 a
Duncan LSD	0.87	0.90	6.16	20.17
F	65.49**	43.02**	72.85**	132.73**

**p<0.01

K, Ca, Mg konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak bitki verimi de yüksek olmuştur. Nelson ve ark.

mısır bitkilerinin mineral element üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada artan düzeyde biyokömür uygulamasına bağlı olarak

Fosfor ile Zenginleştirilmiş Biyokömürün Marul Bitkisinin (*Lactucasativa* L. cv. *Maritima*) Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

fasulyenin N, P, K, Ca, Fe, Zn, Cu ve Mn belirlemişler. Ayrıca bitkilerin bitki verimi ile P konsantrasyonun, mısırın ise N, P, K, Zn, Cu ve ve K konsantrasyonunun da arttığı, Ca ve Mg

Çizelge 4. Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün Ca ve Mg konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulama	Ca (g kg ⁻¹)		Mg (g kg ⁻¹)	
	1. Ürün	2. Ürün	1. Ürün	2. Ürün
Kontrol	13.64 a	14.40 c	3.22 b	4.32 c
Fosfor	11.11 b	15.18 c	3.52 b	5.72 b
BK	11.90 b	20.14 b	3.37 b	6.14 b
BK+ fosfor	14.36 a	24.71 a	4.26 a	8.77 a
Duncan LSD	1.17	2.33	0.36	0.71
F	36.93**	95.77**	36.98**	153.27**

**p<0.01

Çizelge 5. Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün Fe ve Zn konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulama	Fe (mg kg ⁻¹)		Zn (mg kg ⁻¹)	
	1. Ürün	2. Ürün	1. Ürün	2. Ürün
Kontrol	329.1	238.7ab	32.93 a	26.20 b
Fosfor	358.7	133.6b	18.33 bc	13.13 d
BK	327.6	189.4 ab	26.20 ab	31.40 a
BK+ fosfor	251.0	296.6 a	7.33 c	20.53 c
Duncan LSD	-	117.9	14.10	4.81
F	1.01 ö.d	7.83**	13.71**	59.84**

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar Duncan testine göre önemli değil:ö.d,**p<0.01

Çizelge 6. Biyokömür ve fosforca zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün Cu ve Mn konsantrasyonları üzerine etkisi

Uygulama	Cu (mg kg ⁻¹)		Mn (mg kg ⁻¹)	
	1. Ürün	2. Ürün	1. Ürün	2. Ürün
Kontrol	21.13	16.33 b	94.13	100.20
Fosfor	11.73	15.33 b	91.10	117.00
BK	16.00	16.60 b	80.67	114.67
BK+ fosfor	16.13	24.33 a	68.07	110.47
Duncan LSD	-	4.63	-	-
F	2.26 ö.d	17.02**	3.07 ö.d	2.05 ö.d

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar ,

**p<0.01Duncan testine göre önemli değil: ö.d

Mn konsantrasyonunun arttığı, Ca ve Mg konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir. Gunes ve ark. (2015) farklı sıcaklıklardan (250, 300, 350 ve 400 °C) elde edilen tavuk gübresi biyokömürü ile yetiştirilen marul ve mısır bitkilerinde en yüksek verimi 300 °C’de

konsantrasyonun ise azaldığı belirtilmiştir. Biyokömürün kireçli toprakta bitki besin maddesi alımı üzerine olumlu etkisi olduğu ve topraktaki besin maddesi yarıyışlılığını arttırdığı Zolfi-Bavarian ve ark. (2016) tarafından bildirilmiştir.

Sonuç

Araştırma sonucunda bitki verimini ve besin maddesi konsantrasyonunun BK+fosfor uygulamasında BK ve fosfor uygulamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle ikinci üründe artan besin elementi konsantrasyonunun tarımsal üretim açısından önemli olduğu ve biyokömürün, besin maddesi yarayışlılığını arttırdığı belirlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak fosforca zenginleştirilmiş biyokömürün kullanımının hem tarımsal atıkların değerlendirilmesinde hem de azalan P kaynakları yerine kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ülkemiz de her yıl önemli miktarda açığa çıkan tavuk gübresinin değerlendirilerek çevreye olumlu katkı sağlayacak olmasının yanında, piroliz yoluyla elde edilen biyokömürün besin maddesi içeriğinin zenginliği patojensiz bir organik kaynak olması ile toprağın fiziksel özelliklerini üzerine olumlu etki yapması gibi artıları da bulunmaktadır. Tüm bunlar düşünüldüğünde fosforla zenginleştirilmiş biyokömür azalan P kaynaklarının yerine kullanılabilecek bir alternatif sayılabilir. Ayrıca P'un sadece P kaynağından verilmesi tek taraflı besin maddesi desteği sağlayacakken, fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömür sayesinde P'un yanında diğer besin elementleri yarayışlılığı artacak dolayısıyla bitki verimi de artacaktır.

Kaynaklar

- Agblevor, F.A., Beis, S., Kim, S.S., Tarrant, R., Mante, N.O. (2010) Biocrude oils from the fast pyrolysis of poultry litter and hardwood. *Waste Management* 30:298-307.
- Bouyoucos, G.J.A. (1951) Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43:434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen Methods of Soil Analysis .Part 2.Chemical and Microbiological Properties, Ed. C. A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron.Series, No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A. 1149-117.
- Demir, K., Sahin, O., Kadioglu, Y.K., Pilbeam D.J., Gunes, A. (2010) Essential and non-essential element composition of tomato plants fertilized with poultry manure. *Scientia Horticulturae* 127:16-22.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W. (2002) Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and Fertility of Soils* 35:219-230.
- Gunes, A., Inal, A., Kadioglu, Y. K. (2009) Determination of mineral element concentrations in wheat, sunflower, chickpea and lentil cultivars in response to P fertilization by polarized energy dispersive X-ray fluorescence. *X-Ray Spectrometry* 38:451-462.
- Gunes, A., Inal, A., Bagcı, E.G., Kadioglu, Y.K. (2010) Combined effect of arsenic and phosphorus on mineral element concentrations of sunflower. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41:361-372.
- Gunes A., Inal A., Taskin, M.B., Sahin O., Kaya E.C., Atakol A. (2014) Effect of phosphorus enriched biochar and poultry manure on growth and mineral composition of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv.) grown in alkaline soil. *Soil Use and Management*.30:182-184
- Gunes, A., Inal, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Atakol, O., Yılmaz, N. (2015) Variations in mineral element concentrations of poultry manure biochar obtained at different pyrolysis temperatures, and their effects on crop growth and mineral nutrition. *Soil Use and Management* 31:429-437.
- Hızalan, E., Ünal H. (1966) Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 278.
- Horwitz, W. (1980) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth edition. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.
- Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C. (2015) Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management* 31:106–113.

- Jackson, M.L. (1958) Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1-498.
- Kalra, P.Y. (1998) Reference Methods for Plant Analysis Soil and Plant Analysis Council, Inc. Boca Raton Boston London New York Washington, D.C. 44.
- Lehmann, J., Perira da Silva, J., Steiner, C., Nehls, T. Zech, W. Glaser, B. (2003) Nutrient availability and leaching in an archaeological lanthrosol and a ferralsol of the central amazon basin:fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249:343-357.
- Lehmann, J., Rilling, M.C., Thies, J., Masiello, C., Hockaday, W.C., Crowley, D. (2011) Biochar effects on soil biota-a review. *Soil Biology Biochemistry* 43:1812-1836.
- Lindsay, W.L., Norvell W.A. (1969) Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Scien Society of American Proceeding* 35:600-602.
- Madiba, O.F., Solaiman, Z.M.,Carson, J.K., Murphy, D.V. (2016) Biochar increases availability and uptake of phosphorus to wheat under leaching Conditions. *Biol Fertil Soils* 52:439–446.
- Nelson, N.O., Agudelo, S. C., Yuan, W.Q., Gan, J. (2011) Nitrogen and phosphorus availability in biochar-amended soils. *Soil Science* 176:218-226.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, N.C. (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S. Dept.of Agr.Cir., 939, Washington. D.C.
- Park, J.H., Choppala, G., K.Bolan, N.S., Chung, J.W., Chuasavathi, T. (2011) Biocharreduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant Soil* 348:439-451.
- Pratt, P.F. (1965) Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Propertie ed.c. a. black. American Society of Agronomy. Inc. Pub. Agron, Series No. 9.
- Revell, K.T., Maguire, R.O., Agarblevor, F.A. (2012) Influence of poultry litter biochar on soil properties and plant growth. *Soil Science* 177 :402-408.
- Richards, L.A. (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, U.S. Dept. of Agr. Handbook No: 60, 1954
- Sahin, O., Taskin, M.B., Kadioglu, Y.K., Pilbeam, D J., Inal, A., Gunes, A. (2014) Elemental composition of pepper plants fertilized with pelletized poultry manure. *Journal of Plant Nutrition* 37:458-468.
- Warnock, D.D., Lehmann, J., Kuyper, T.W. Rilling, M.C. (2007) Mycorrhizal responses to biochar in soil concepts and mechanisms. *Plant Soil* 300:9-20.
- Zolfi-Bavariani, M., Ronagh, A., Ghasemi-Fasaei, R., Yasrebi, J. (2016) Influence of poultry manurderived biochars on nutrients bioavailability and chemical properties of a calcareous soil. *Archİves of Agronomy and Soil Science* 62:1578-1591.



Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi

Hasan SOUKSU¹ Kadir YILMAZ¹ Ömer Faruk DEMİR¹

Özet

Bu çalışmada, *Stevia* bitkisinin (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) gelişimi açısından artan azot dozlarının bitki ağırlıkları üzerine önemli etkilerinin olduğu, artan azot dozları ile birlikte bitkide yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarlarının istatistiki olarak arttığı gözlemlenmiştir. Yaprak verim parametreleri açısından kuru madde bazında en yüksek verime 16 kg·da⁻¹ azot dozu ile ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda, şeker otu bitkisinin Kahramanmaraş koşullarına adaptasyonunun iyi olduğu, farklı azot uygulamalarının verim ve bitki besin elementi konsantrasyonları üzerine önemli etkilerinin olduğu, 16 kg·da⁻¹ azot dozunun *Stevia* yetiştiriciliği açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Azot, şeker otu, *stevia rebaudiana bertoni*, tatlandırıcı

Growing and Determining the Nitrogen Requirement of the *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Sugar Plant) in Soils of Türkoğlu in Kahramanmaraş

Abstract

In this study, it was observed that increasing doses of nitrogen have significant effects on plant weights, and leaf, stem and total dry matter amounts were statistically increased with the increasing doses of nitrogen in terms of *stevia* plant (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) growth. In respect to leaf fertility parameters, it was reached to highest yield at the dry matter basis with the 16 kg·da⁻¹ doses of nitrogen. As a result of the study, it was decided that the adaption of *Stevia* is fine for K.Maraş conditions, different nitrogen applications are significant effects on yield and plant nutrition concentrations and 16 kg·da⁻¹ doses of nitrogen is the optimum dose for the growth of *Stevia* plant.

Keywords : Nitrogen, sugar plant, *stevia rebaudiana bertoni*, sweetener

Giriş

Stevia rebaudiana Bertoni, Asteraceae familyasından bodur ve çalimsı dalları olan bir bitki olup, Paraguay'ın kuzeydoğusundaki Amambay bölgesi ile Arjantin ve Brezilya'nın Paraguay'a komşu kesimlerinde doğal olarak bulunmaktadır (Sojerto, 2002).

Botanik anlamda 1899 yılında Moises Santiago Bertoni tarafından sınıflandırılmış olan *Stevia* bitkisinin özü ilk olarak 1909 yılında izole edilmiş ve ancak 1931 yılında Bridel ve Lavieille adında iki Fransız kimyacı tarafından stevioside üretmek amacıyla saflaştırılmıştır (Barriocanal ve ark., 2008). Bununla birlikte, *stevia* glikozitlerinden biri olan stevioside sakarozdan yaklaşık olarak 300 kat daha tatlıdır ve özellikle obezite, diyabet, kalp hasarları ve

dental çürümelerde oldukça faydalıdır (Ghanta ve ark., 2007).

Çalışmalar, *stevia* bitkisinin antik çağlardan bu yana çeşitli amaçlarla dünyanın birçok yerinde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Paraguay ve Brezilya yerlileri yüzyıllardır *stevia* çeşitlerini, reflü ve diğer hastalıkların tedavisinde kullanmışlardır (Brandle ve Telmer, 2007). *Stevia* bitkisi, yapraklarının varsayılan terapik ve tatlandırıcı özellikleri nedeniyle hem ekonomik hem de bilimsel anlamda ilgi çekmiştir. *Stevia*'daan elde edilen steviosidler gıda ve ilaç sanayinde Asya'da ilk olarak Japonya tarafından piyasa sunulmuştur. Bu aşamadan sonra bu bitkinin tarımsal üretimi Çin, Malezya, Singapur, Güney Kore, Tayvan ve Tayland gibi diğer Asya ülkelerinde yayılmıştır (Chatsudthipong ve Muanprasat,

¹ Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü KAHRAMANRAŞ

Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi

2009). Bununla birlikte İnanç ve Çınar (2008), diğer tatlandırıcılara kıyasla ısıya daha dayanıklı, daha az kimyasal içeren, acı tat bırakmayan ve lif içeriği yüksek olan stevia (*Stevia rebaudiana*) bitkisinin ekstraktlarının yıllardır Japonya, Çin, Kore ve Brezilya başta olmak üzere birçok ülkede doğal tatlandırıcı olarak kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Turgut ve Özyiğit (2011), yaptıkları araştırma sonucunda, gübrelemenin steviada verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediğini ve toprak koşullarına göre değişmekle birlikte genellikle Stevia için saf madde üzerinden dekara atılacak 10 kg azot, 5 kg fosfor ve 5 kg potasyumun yeterli olacağını belirtmiştir.

Bu çalışmada, Stevia bitkisinin Kahramanmaraş Türkoğlu toprak koşullarına adaptasyonu ve artan oranlarda azotlu gübre dozlarının, verim, bitki besin elementi konsantrasyonları ve bitki fizyolojik parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma, Kahramanmaraş Türkoğlu İlçesi'nde yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 4 tekerrürlü olarak arazi koşullarında gerçekleştirilmiştir. Her parsel 12 m² olacak şekilde 50 adet stevia bitkisi dikilmiş ve bütün parsellere 2 L·da⁻¹ olacak şekilde potasyum fosfit ve 1 L·da⁻¹ humik asit uygulanmış olup, kontrol dışındaki parsellere artan dozlarda (4, 8, 12, 16, 20 kg·da⁻¹) azot uygulaması yapılmıştır. Azot uygulamaları 24 Mayıs, 21 Haziran ve 19 Temmuz'da üre formunda saf azot miktarları üzerinden hesaplanarak uygulanmıştır. Deneme parsellerinde 2 haftada bir olmak üzere toplamda 8 kez sulama yapılmıştır. Araştırma alanı toprağının analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toprakların makro ve mikro besin elementleri açısından yeterli düzeyde oldukları görülmüştür. Deneme alanına ait parsellerin görünümü Şekil 1'de verilmiştir.

Yöntem

Bitkisel Verim Ölçümleri

Bitkinin gelişim dönemi sonunda 12 m² lik her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin

gövdesinin toprak üst kısmına gelen noktasından kesilerek hasat edilmiş, bunların yaş ağırlıkları tartılmış, daha sonra üçer defa normal su ve saf sudan geçirildikten sonra gölgede kurutularak gövde ve yaprak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Toprak Analizleri

Deneme alanı topraklarında bünye Bouyoucus (1951)'un bildirdiği şekilde hidrometre yöntemiyle, toplam tuz, ve pH saturasyon çamurunda (Richards, 1954), toplam kireç Scheibler kalsimetresinde (Tüzüner, 1990), organik madde yaş yakma metodu ile Walkley (1946)' in bildirdiği şekilde, toplam NH₄-N'u Bremner ve Mulvaney (1982) tarafından bildirildiği şekilde, yarayışlı fosfor Olsen ark. (1954) nın geliştirdiği yöntemle göre, değişebilir katyonlar Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde ve mikro elementler DTPA yönetimiyle elde edilen süzüklerde belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Bitki Analizleri

Uygulama sonunda bitkilerden alınan yaprak örnekleri, 3 defa çeşme suyundan ve 3 defa saf sudan geçirildikten sonra 65°C'de 48 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar öğütülerek Jones ve Case (1990) tarafından tanımlanan HNO₃ ve HClO₄ kullanılarak yapılan blok-parçalama prosedürü izlenerek yakılmış ve örneklerle ait süzükler elde edilmiştir. Bitkilerde makro ve mikro besin elementleri Perkin Elmer 3110 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde, bitki dokularında toplam azot miktarları ise khejdahl metodu (Bremner ve ark.,1982) ile ölçülmüştür.

Bulgular ve Tartışma

Bitkisel Verim Değerleri

Artan azot dozlarının stevia bitkisinde verim üzerine etkilerini incelediğimizde yaş ve kuru yaprak+gövde ağırlıkları ile kuru gövde ağırlıklarının, artan azot dozları ile birlikte düzenli olarak artış gösterdiği ve en yüksek ağırlıklara 20 kg·da⁻¹ azot dozunda ulaşıldığı görülmüştür. Bununla birlikte artan azot dozlarının yaprak ağırlıkları üzerine etkilerine bakıldığında yine artan azot dozları ile birlikte

Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi

Çizelge 1. Deneme Alanına Ait Toprak Analiz Sonuçları

pH	Bünye	Kum	Silt	Kil	Tuz	CaCO ₃	OM	NH ₄
		%	%	%	%	%	%	%
7.85	SCL	56.22	16.90	26.88	0.10	22.7	2.5	0.056

P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
				mg·kg ⁻¹			
30.08	607.7	6328.2	959.3	11.7	1.1	5.32	2.1

Çizelge 2. Farklı azot dozlarının bitki fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin çoklu karşılaştırma testi (Duncan Testi) sonuçları

Azot Dozu (%)	Yaprak+Gövde (yaş) (g)	Yaprak+Gövde (kuru) (g)	Yaprak (kuru) (g)	Gövde (kuru)
0	143.75f	53.75e	14.08f	39.68e
4	451.25e	217.50d	48.59e	168.90d
8	616.25d	298.75c	65.59d	233.18c
12	737.50c	336.25c	108.45b	227.80c
16	951.25b	430.00b	129.48a	300.53b
20	1072.50a	520.00a	91.44c	428.55a

Aynı sütun içerisinde aynı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

artışlar olduğu ve 16 kg·da⁻¹ azot dozunda en yüksek yaprak ağırlıklarına ulaşıldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Verim parametreleri açısından stevia bitkisinin yapraklarından yararlanılan bir bitki olduğu göz önüne alındığında 16 kg·da⁻¹ azot dozunun uygun doz olduğu görülmektedir. Roemer ve Scheffer (1959)'ın da bildirdiği üzere azot bitkilerin yapı taşı olan proteinlerin, enzimlerin nükleik asitlerin, bazı hormonların ve klorofilin yapısında yer alması nedeniyle vejetatif gelişmeyi, dolayısıyla hasat edilen ürünün miktar ve kalitesini en çok etkileyen besin elementlerindendir. Bu açıdan azotun verim parametreleri üzerine etkileri genel pratikle uygunluk göstermektedir.

Bitkide element ölçümleri

Artan azot dozlarının stevia bitkisi bileşiminde makro ve mikro element konsantrasyonları üzerine etkileri incelendiğinde, azot konsantrasyonlarının kontrole kıyasla 4 kg·da⁻¹ azot dozu ile artış gösterdiği, ancak artan dozlarla birlikte istatistiki açıdan önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, artan azot dozları ile birlikte P ve K konsantrasyonlarında istatistiki anlamada bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Diğer yandan Mg konsantrasyonlarında kontrole kıyasla bir 4 kg·da⁻¹ azot dozunda düşüş olduğu, Na konsantrasyonlarında ise 4 kg·da⁻¹ azot dozu dışında önemli bir değişiklik gerçekleşmediği saptanmıştır (Çizelge 3). Azot kapsamının artışı ile birlikte Ca, Mg ve Na konsantrasyonlarındaki düşüşün bitki besin elementlerinin alımındaki antagonistik

Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi

Çizelge 3. Farklı azot dozlarının yapraklarda makro element konsantrasyonları üzerine etkilerinin çoklu karşılaştırma testi (Duncan Testi) sonuçları

Azot Dozu (%)	Yaprakta Makroelementler					
	N (%)	P (mg·kg ⁻¹)	K (%)	Ca (%)	Mg (mg·kg ⁻¹)	Na (mg·kg ⁻¹)
0	1.27b	2296	1.30	1.57a	0.72a	38.8a
4	2.18a	2320	1.53	1.18b	0.43b	16.1b
8	1.83a	2411	1.41	1.23b	0.44b	24.5ab
12	2.16a	2704	1.94	1.21b	0.42b	34.1ab
16	1.98a	2898	1.62	1.18b	0.42b	18.3ab
20	2.09a	3073	1.52	1.28b	0.44b	21.6ab

Aynı sütun içerisinde aynı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

etkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mikro element konsantrasyonlarının artan azot dozları ile değişimi incelendiğinde ise B ve Ni konsantrasyonlarının uygulamalardan etkilenmediği, Fe konsantrasyonunun 20 kg·da⁻¹ azot dozunda artış gösterdiği, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarının ise 4 kg·da⁻¹ azot dozuyla düşüş gösterdiği ancak diğer dozlardan etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Sonuç

Bu çalışmada, insan beslenmesi ve özellikle diyabet hastalıkları tarafından doğal tatlandırıcı olarak kullanılan *Stevia* bitkisi (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) üzerinde artan azot uygulamalarının verim parametreleri ve bitki besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri ile bu bitkinin Kahramanmaraş koşullarında adaptasyonu incelenmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda, bitki gelişimi açısından artan azot dozlarının bitki ağırlıkları üzerine önemli etkileri olduğu, artan azot dozları ile birlikte bitkide yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarlarının istatistiki olarak arttığı gözlemlenmiştir. Farklı düzeylerdeki azot uygulamalarından, azot, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan konsantrasyonlarının etkilendiği, azot uygulaması ile toplam azot miktarı artarken, toplam kalsiyum, magnezyum ve sodyum konsantrasyonlarının aynı uygulama ile düşüş gösterdiği, fosfor ve potasyum

konsantrasyonlarında istatistiki anlamada bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Diğer yandan çinko ve mangan konsantrasyonlarının 4 kg·da⁻¹ uygulaması ile bakır konsantrasyonunun ise 8 kg·da⁻¹ azot dozu ile düşerken, demir konsantrasyonunun 20 kgda⁻¹ uygulaması ile artış gösterdiği, bor ve nikel konsantrasyonlarının azot uygulamalarından etkilenmediği gözlenmiştir.

Yaprak verim parametreleri açısından en yüksek verime kuru madde bazında 16 kg·da⁻¹ azot dozu ile ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda, şeker otu bitkisinin Kahramanmaraş koşullarına adaptasyonunun iyi olduğu, farklı azot uygulamalarının verim parametreleri ve bitki besin elementi konsantrasyonları üzerine önemli etkilerinin olduğu, 16 kg·da⁻¹ azot dozunun *Stevia* yetiştiriciliği açısından uygun doz olduğu sonucuna varılmıştır.

Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi



Şekil 1. Deneme alanının ve parsellerin görünümü

Kahramanmaraş Türkoğlu Topraklarında *Stevia Rebaudiana Bertoni* (Şeker Bitkisi)'nin Yetiştirilmesi ve Azot İhtiyacının Belirlenmesi

Kaynaklar

- Barriocanal, L., Palacios, M., Benitez, G., Benitez, S., Jimenez, J., Jimenez, N. (2008). Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans, a pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in type 1 and type 2 diabetics. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 51, 37-41.
- Bouyocous, G.L. (1951). A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of soils. *Agronomy Journal* 43;434-438.
- Brandle, J. Ve Telmer, P. (2007). Steviol glycoside biosynthesis. *Phytochemistry*, 68, 1855-1863.
- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI*, s. 595-624.
- Chatsudthipong, V. Ve Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121, 41-54.
- Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A., Chattopadhyay, S. (2007). Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, a natural sweetener. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 55, 10962-10967.
- İnanç, A.L. ve Çınar, İ. (2008). Alternatif Doğal Tatlandırıcı: *Stevia*. *GIDA* 34 (1):411-415.
- Jackson, M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, s. 183.
- Jones, Jr. J. B. ve Case, V. W. (1990). Sampling, Handling, and analyzing plant tissue samples, chapter 15. In R.L. Westerman (ed) *Soil Testing and Plant Analysis, Third Edition*, (P390-420), SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate, U.S.A.
- Özbayer, C., Değirmenci, İ., Kurt, H., Özden, H., Çivi, K., Başaran, A., Güneş, H.V. (2009). Antioxidant and Free Radical-Scavenging Properties of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Extracts and L-NNA in Streptozotocine-Nicotinamide Induced Diabetic Rat Liver
- Turgut, K. ve Özyiğit, Y., 2011, *Şeker Otu (Stevia rebaudiana Bert.) Yetiştiriciliği*, sf. 5.
- Tüzüner, A., 1990. DTPA Ekstraksiyon Yöntemiyle Mikro element Tayini, *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı*, Ankara.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*, USA, Salinity Laboratory.
- Roemer, T.H. ve Scheffer, F. (1959). *Lehrbuch der Ackerbaus Paul Parey*, Berlin ve Hamburg syf. 407-420.
- Soejarto, D. (2002). Botany of *Stevia* and *Stevia rebaudiana*. In A. Kinghorn (Ed.), *Stevia: The genus Stevia* (pp. 18–39). London, New York: Taylor and Francis.
- Walkley, A. (1946). A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils. *Soil Sci.*, 63, 251-263.



Kalsiyum İçeren Farklı Gübrelerin Red Chief Elma Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Kadir UÇGUN¹ Özgür ÇALHAN² Tugay SEYMEN¹
Murat CANSU¹ Mesut ALTINDAL¹

Özet

Bu çalışma Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde bulunan M26 anacı üzerine aşılı, tam verimdeki "Red Chief" elma çeşidinde 6 farklı konu, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 ağaç olacak şekilde toplam 240 ağaçta yürütülmüştür. Kalsiyum içeren kimyasallar sırt tulumbası ile haziran dökümünde başlayarak 21 gün aralıklarla 5 kez yaprakтан uygulanmıştır. Hasat zamanında her uygulamaya ait meyveler üzerinde meyvelerin olgunluk derecelerinin belirlenmesi için nişasta testleri yapılmıştır. Ağaç başı verim değerleri ölçülmüş ve hasat edilen meyvelerde pomolojik analizler ile yaprak ve meyvelerin mineral içerikleri belirlenerek uygulamalar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak denemenin yapıldığı şartlarda, farklı oranlarda Ca içeren ürünlerin meyvelerin Ca içeriğinin ve kalitesinin artırılması üzerine herhangi bir belirgin etkilerinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: mineral analiz, pomolojik analiz, yaprak gübrelemesi

The Effects of Different Fertilizers Containing Calcium on Fruit Quality of Apple cv. Red Chief

Abstract

Trial was carried out with 6 different issues, replicated four times, 10 trees in each replication (240 trees in total) on "Red Chief" cultivar grafted on M26 rootstock and in the full yield. Chemicals were applied with handgun sprayed. The application of chemical started after June Drop and was repeated 5 times with 21-days intervals. Starch scale test was applied on fruits collected from applications at harvest time. Yield, pomological and mineral analysis on leaf and fruit were performed and chemicals were compared with each other. Consequently, it was found that the products containing different proportions of Ca were not any significant effect on Ca content and quality of fruit in conditions conducted experiment.

Keywords: mineral analysis, pomological analysis, spray

Giriş

Meyveler içinde elma, dünyanın birçok yerinde yetiştirilmekte ve 4 mevsim tüketilmektedir. Dünya elma üretimi yaklaşık 71.000.000 ton olup Türkiye 2.780.000 ton ile Dünya'da 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2015). Isparta ili ise yaklaşık 550.000 ton elma üretimi ile Türkiye'nin toplam üretiminin %20'sini oluşturmaktadır (TUİK, 2015). Türkiye'nin yıllık meyve üretiminin tür ve çeşitlere göre değişmekle birlikte %10-30'unun üreticiden tüketiciye ulaşmaya kadar bozulup atıldığı

bildirilmektedir. Meyve ve sebzelerde meydana gelen kayıpların evreler itibarıyla incelenmesinde, derim sırasında %4-12, taşıma sırasında %2-8, pazara hazırlık evresinde %5-15, depolamada %3-10, tüketici evresinde %1-5 olmak üzere toplam %15-20 olduğu bildirilmiştir. Meyvecilikte söz sahibi gelişmiş ülkelerde kayıpların oranı %5'in altındadır. Yüksek kayıpların olduğu ülkemizde yüzlerce ton ürünün tüketiciye ulaşmadan çürüdüğü ve üreticilerin büyük zarara uğradığı bir gerçektir (Özdemir, 2003).

¹ Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir-Isparta

² Tarımsal Danışman, Isparta

Depolarda meydana gelen kayıpların çoğunluğu ise fizyolojik bozukluklardan kaynaklanmaktadır. Besin elementlerinin meyve kalitesi ve fizyolojik bozukluklar üzerine önemli etkisi vardır. Azot, P, K, Ca ve B'un bunların en önemli olanlarından (Fallahi ve ark., 2010). Yaprak ve meyvede yüksek K seviyesi, K ile Ca ve Mg arasındaki zıt (antagonistik) ilişki nedeniyle meyvelerin depolama özelliklerini ve kalitesini olumsuz etkiler (Bergmann, 1992). Kalsiyum'un meyvedeki eksiklik belirtileri yapraklara göre çok daha belirgindir. Anormal kabuk bronzlaşması, hasada doğru lentisellerin koyulaşması ve bazen de hasat döneminde şiddetli meyve çatlaması ile kendini gösterir (Neilsen ve Neilsen, 2003). Ancak meyvede Ca eksikliğinin en önemli belirtisi "Acıbenek"tir. Acıbenek, elmalarda hasada yakın veya hasattan sonra depolama sırasında meydana gelen; karşidan bakıldığında kabuğun üzerinde şekil bozukluğu oluşturan kahverengi-siyah beneklerle kendini belli eden, fizyolojik bir bozukluktur (Aktaş ve Ateş, 1998; Meheriuk ve ark., 1994). Bunların yanında Ca eksikliğinde; iç kararması (core browning), Jonathon benegi, iç sulanması (water core), düşük sıcaklık zararı ve yaşlanma bozuklukları gibi pek çok fizyolojik bozukluk ortaya çıkar (Neilsen ve Neilsen, 2003). Özellikle lentisel kararması, iç sulanması ve çatlamanın, çeşitlere göre değişmekle birlikte, taze ağırlık üzerinden meyve Ca içeriği 40 ppm'in altına düştüğünde ortaya çıktığı belirlenmiştir (Perring, ark., 1984). Ayrıca meyvedeki K/Ca oranı, sonbaharda acı benek ve diğer fizyolojik bozuklukların oluşup oluşmayacağına önemli bir göstergesidir (Drahorad, 1999). Dilmaghani ve ark. (2004), yapraklardaki K/Ca oranının 0.9-1.4, meyvede ise 19-46 arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kalsiyum eksikliğinin giderilmesinde hem topraktan hem yapraktan gübreleme yapılabilir. Topraktan yapılacak uygulamalarda ise ülkemizde Karadeniz dışındaki bölgelerde faydasından çok olumsuz etkileri olabilmektedir. Çünkü diğer bölgedeki topraklarımızın Ca içeriği genellikle yüksek durumdadır. Kalsiyum iyonları toprakta hareketsiz bir element olduğundan eksiklik

durumunun giderilmesinde yaprak gübrelemesi yapılmaktadır. Meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında yapraktan kimyasal uygulamalar etkili olduğu gibi yaz budamasının yapılması da meyvenin Ca içeriği üzerine olumlu etki yapmaktadır. Uçgun ve ark. (2015) çöğür anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidinde yaptıkları çalışmada yaz budamasının yaprak ve meyvenin Ca içeriği üzerine etkisi araştırmışlardır. Yaprakların Ca içeriği yaz budaması yapılan ağaçlarda %1.29, yapılmayanlarda ise %1.26 bulunmuş ve istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Meyvelerde ise yaz budaması yapılan ve yapılmayan ağaçların Ca içeriği sırasıyla 59.47 ve 50.86 mg 100 g⁻¹ olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma ile Ca eksikliğinin giderilmesinde ticari olarak kullanılan Ca içerikli bazı yaprak gübrelerinin elma ağaçlarında meyve kalitesi üzerine etkinliği araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme, M26 anacı üzerine aşılı 3.5x1 m sıra arası ve üzeri dikim mesafeli, tam verimdeki "Red Chief" çeşidinde yürütülmüştür. 23.06.2015 tarihinde denemenin kurulduğu parsellerde meyve seyreltmesi yapılmıştır. Ağaç üzerinde bulunan meyve yoğunluğuna göre her hüzmeye ağaç üzerinde bulunan toplam meyve sayısına göre 1 veya 2 meyve kalmasına dikkat edilmiştir.

Kimyasalların uygulanmasına "Haziran Dökümü"nden sonra (15.06.2015) başlamış ve 21 gün aralıklarla, ve her kimyasal için önerilen dozda 5 kez sırt tulumbası ile tekrarlanmıştır (Çizelge 1). İlk uygulama 15.06.2015; ikinci uygulama 06.07.2015; üçüncü uygulama 27.07.2015; dördüncü uygulama 17.08.2015 ve beşinci uygulama 07.09.2015 tarihlerinde yapılmıştır.

Hasat 29.09.2015 tarihinde yapılmıştır. Çalışma sonunda hasat edilen meyvelerde pomolojik analiz ve ölçümler yapılmıştır. Deneme; kontrol ile birlikte 6 farklı konu, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 ağaç olmak üzere 240 ağaç üzerinden yürütülmüştür. Deneme kapsamından

Kalsiyum İçeren Farklı Gübrelerin Red Chief Elma Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Çizelge 1. Denemede kullanılan kimyasallarla ilgili bazı özellikler

Uygulama No	Kimyasalın aktif maddesi	Doz	Uygulama Başlangıcı	Uygulama Sayısı
1	12-5-27+8CaO	%2.6	Haziran Dökümü	5
2	11-5-19+9CaO+2.5 MgO	%2.3	Haziran Dökümü	5
3	CaO (%17)	%0.3	Haziran Dökümü	5
4	%7 Ca	%1.5	Haziran Dökümü	5
5	%15.2 N+%27.5 CaO	%0.8	Haziran Dökümü	5
6	Kontrol	%0	Haziran Dökümü	5

24 meyve örneğinde pomolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm analizler iki paralelli olarak yapılmıştır. Toplamda 48 meyve örneği incelenmiştir. Tüm uygulamalarda nişasta iyodür testi yapılarak hasat edilen meyvelerin hasat zamanındaki olgunluk dereceleri görüntülenmiştir.

Verim, deneme ağaçlarından hasat edilen meyveler tartılarak, ağaç başına kg olarak belirlenmiştir. Meyve eni ve meyve boyu 0.01 hassasiyetli dijital kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür. Meyve ağırlığı 0.01 hassasiyetli terazi (Scaltec, SBA-51) ile

edilen meyve suyunda asitlik otomatik titratör (Mettler Toledo T50) ile malik asit cinsinden % olarak, pH değeri dijital pH metre ile, SÇKM ise dijital refraktometre (HI 96801 model Hanna, UK) ile % olarak belirlenmiştir (Karaçalı, 1993).

Meyve eti sertliği, meyve örneklerinin ekvatorial bölgesinin her iki yüzeyinden kabuk soyularak, 11.1 mm çapında ucun, 10 mm derinliğe kadar 10 cm/dk hızla batırılmasıyla tekstür analiz cihazı (Güss FTA Type GS14, Strand, South Africa) ile ölçülecek ve sonuçlar Newton (N) birimi olarak verilmiştir. Meyve zemin rengi

Çizelge 1. Deneme alanının toprak özellikleri

EC*10 ⁶	pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Saturasyon (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
600	7.90	10	2.8	60	20	350	5500	680

tartılarak g olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA), pH ve suda çözülebilir kuru madde (SÇKM) katı meyve sıkacağı ile elde

uygulamalara göre meyve kabuğundaki renk değişimleri CR-400 model (Minolta Co. Ltd., Japonya) renk cihazıyla (L*, a*, b*, C* ve h°)

Çizelge 2. Denemede kullanılan sulama suyunun özellikleri

EC*10 ⁶	B mg/L	pH	Na me/L	K me/L	Ca me/L	Mg me/L	CO ₃ ⁼ me/L	HCO ₃ ⁻ me/L	Cl me/L	SO ₄ ⁼ me/L	SAR	Sınıf
725	0.05	7.64	0.81	0.05	5.64	2.96	-	7.80	1.40	0.26	0.39	C2-S1

ölçülmüştür.

Deneme alanının toprak özellikleri Tablo 2 ve sulama suyunun özellikleri Tablo 3’de verilmiştir. Analiz sonuçlarından da görüleceği gibi deneme alanının toprakları besin elementi içeriği yönünden zengindir. Deneme parseline 20.04.2015-15.07.2015 tarihleri arasında topraktan damla sulama sistemi ile dekara 12 kg N, 4 kg P₂O₅ ve 10 kg K₂O uygulaması yapılmıştır. Mineral analiz için yaprak ve meyve örnekleme hasat zamanında (30.09.2015) eş zamanlı olarak yapılmıştır. Yaprak örnekleri tek yıllık sürgünlerin orta kısmında bulunan yapraklar sapları ile beraber alınmıştır. Meyve örnekleri ise gövdeye yakın kısımlarda bulunan, her hüzmeye tek olan, homojen büyüklükteki meyvelerden alınmıştır. Uygulamalar her tekerrürde 10 ağaç üzerine yapılmasına rağmen yaprak ve meyve örnekleme her tekerrürde hem vejetatif gelişim hem de verim bakımından homojen olduğu düşünülen 2 ağaç seçilerek 2 paralelli olarak yapılmıştır. Toplam 6 uygulama 4 tekerrürde 24 yaprak ve 24 meyve analizinin yapılması planlanmış fakat deneme hassasiyetinin yükseltilmesi için 48 yaprak, 48 meyve numunesi alınarak analiz edilmiştir.

Yaprak ve meyve örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl’de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Azot analizi için kjeldahl yaş yakma metodu, diğer besin elementlerinin analizi için kuru yakma uygulanmış ve okuma ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır (Ryan ve ark., 2001). Yaprak analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) kullanılmıştır.

İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılmıştır. Bu paket program ile normal dağılım analizi yapılmış ve ekstrem değerler atılmıştır. Varyans analizleri yapılarak uygulamalar arasındaki farklılık önemli olduğu durumlarda LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemeye ait varyans analizi Çizelge 4’de verilmiştir. Uygulamalara ait ortalama değerler ve önem seviyeleri çizelge üzerinde gösterilmiştir. Meyve seyreltmesinin meyve kalitesi üzerine gözle görülür etkisi olmuştur. Seyreltme yapılan deneme parseli ile seyreltme yapılmayan deneme dışında kalan yerler arasında gerek meyve büyüklüğü, gerekse meyve rengi yönden büyük farklılıklar oluşmuştur. 1 ve 2 nolu uygulamaların olduğu parsellerde kullanılan ürünün uygulama dozundan kaynaklanan yaprak uçlarında ve kenarlarında yanmalar meydana gelmiştir. Fakat bu durum ağaç gelişmesini olumsuz etkilememiştir. Hasat zamanında meyvelerin olgunluk derecesinin tespiti için yapılan nişasta testine göre uygulamaların hasat zamanı üzerinde belirgin bir etkisinin görülmediği tespit edilmiştir (Şekil 1).

Verim: Denemeye alınan ağaçların verimleri birbirinden farklı olmakla birlikte uygulamalar olarak karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Ortalama meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu: Ortalama meyve ağırlığı ve meyve eni yönünden 1 ve 4 nolu uygulamalar ön plana çıkmıştır. 3 nolu uygulamada en düşük değerler elde edilmiştir. Özellikle 1 nolu uygulamada en iri meyveler elde edilmiştir. Bu durumun 1 nolu uygulamanın içeriğinde hem daha yüksek oranda N ve K bulunması hem de diğerlerine oranla daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sertlik: Sertlik bakımından uygulamalar arasında %1 seviyesinde farklılık bulunmuştur. 3 nolu uygulamada en yüksek sertlik değerleri elde edilirken 1 nolu uygulamada ise en düşük değerler elde edilmiştir. Bu durumun meyve büyüklüğü ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü meyve iriliği 3 nolu uygulamada en az iken 1 nolu uygulamada en yüksek olduğu görülmektedir.

Asitlik, pH ve SÇKM: 1 ve 3 nolu uygulamaların asitlik değerleri en yüksek bulunurken 5 ve 6 nolu uygulamalar en düşük değerleri oluşturmuştur. pH ve SÇKM değerleri bakımından uygulamalar arasında bir farklılık bulunmamıştır.

Kalsiyum İçeren Farklı Gübrelerin Red Chief Elma Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Renk: Renk ölçümlerinde L*, a*, b*, C* ve h° değerleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan “Red Chief” çeşidi için kırmızı rengin yönünden 2 ve 5 nolu uygulamalar ön plana çıkmıştır.

Azot: Yaprakların N içeriği yönünden

Tablo 4. Varyans analiz tablosu

Ölçüm ve Analizler	Uygulamalar						CV
	1	2	3	4	5	6	
Verim (kg)	24.62 NS	24.57	27.42	25.06	25.11	25.60	13.71
Meyve Ağırlığı (g)	171.68 a**	161.47 bc	154.24 c	164.62 ab	158.42 bc	159.19 bc	14.56
Meyve Boyu (mm)	63.67 a*	61.66 b	62.74 ab	62.27 b	62.56 ab	61.60 b	6.86
Meyve Eni (mm)	72.88 a**	71.18 bc	70.02 c	71.91 ab	71.17 bc	71.08 bc	5.77
Sertlik (N)	79.55 c	80.10 bc	82.22 a**	79.75 bc	80.48 bc	80.90 b	6.75
Asitlik (malik asit %)	0.253 a	0.251 ab	0.258 a*	0.250 ab	0.235 b	0.235 b	6.69
pH	3.55 NS	3.56	3.52	3.53	3.55	3.54	0.84
SÇKM (%)	10.64 NS	10.45	10.75	10.83	11.01	10.61	5.18
Yaprak N (%)	2.96 NS	3.00	2.94	3.00	2.91	2.95	5.02
Meyve N (%)	0.47 ab	0.54 a*	0.43 b	0.47 ab	0.39 b	0.45 b	16.69
Yaprak P (%)	0.21 b	0.20 b	0.21 b	0.20 b	0.20 b	0.23 a**	8.09
Meyve P (%)	0.065 NS	0.068	0.063	0.061	0.067	0.071	10.37
Yaprak K (%)	0.89 a*	0.82 bc	0.81 bc	0.83 ab	0.75 c	0.82 abc	8.46
Meyve K (%)	0.87 a**	0.88 a	0.80 bc	0.83 ab	0.81 bc	0.75 c	7.80
Yaprak Ca (%)	1.56 NS	1.58	1.59	1.64	1.69	1.62	6.90
Meyve Ca (%)	0.047 NS	0.045	0.044	0.047	0.047	0.047	16.48
Yaprak Mg (%)	0.48 c	0.59 a*	0.55 ab	0.52 bc	0.55 ab	0.51 bc	11.74
Meyve Mg (%)	0.047 NS	0.049	0.043	0.045	0.048	0.047	15.16
Meyve K:Ca	18.74 NS	19.59	18.17	17.65	15.57	16.78	16.10
Meyve K+Mg:Ca	19.63 NS	20.58	19.15	18.60	17.48	16.79	13.46
a* değeri	15.32 bc	12.67 c	16.27 ab	15.64 b	13.97 bc	18.74 a**	78.97
b* değeri	23.16 ab	24.15 a**	22.57 bc	22.50 bc	23.70 ab	21.41 c	24.43
L* değeri	49.36 abc	51.02 a**	48.93 bc	48.19 c	50.88 ab	47.42 c	18.93
C* değeri	31.05 NS	30.57	30.57	30.81	30.66	30.83	10.43
h° değeri	56.27 ab	61.53 a**	54.55 bc	54.82 b	59.38 ab	49.16 c	46.66

yoğunluğu önemlidir. Uygulamalar “a*” ve “h°” değerleri bakımından karşılaştırıldığında 6 ve 3 numaralı uygulamalardan en kırmızı renkli meyveler elde edilmiştir. “b*” değeri sarı renkli meyvelerde önemli olduğu için değerlendirilmemiştir. “C*” (chroma) değerleri arasında bir fark bulunmazken “L*” değerleri

uygulamalar arasında fark bulunmaz iken meyvelerde uygulamalar önemli olmuştur. Meyvelerde en yüksek değerler 2 nolu uygulamada elde edilmiştir.

Fosfor: Yaprakların P içeriği uygulamalara göre önemli olmuştur. Kontrol (6 nolu uygulama) uygulamasında en yüksek değerler



Şekil 1. Meyvelerin uygulamalara göre hasat zamanındaki olgunluk dereceleri

elde edilirken diğerk uygulamalar aynı sınıfta yer almıştır. Meyvelerin P içeriğinde ise uygulamalara göre bir farklılık olmamıştır. Meyvelerde elde edilen P değerkleri bölgemizde yapılan bir çalışmada elde edilen referans

değerklerle (%0.06-0.08; Gezgink ve ark., 2014) karşılaştırıldığında yeterlilik sınırları içerisinde yer almaktadır.

Potasyum: Hem yaprakların hem de meyvelerin K içeriğı uygulamalara göre farklılık

göstermiştir. Özellikle meyvelerin K içeriğinin artırılması yönünden 1 ve 2 nolu uygulamalar öne çıkmıştır. Bu durum 1 ve 2 nolu uygulamaların içeriğinde yüksek oranda K bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Meyvelerde elde edilen K değerleri bölgemizde yapılan bir çalışmada elde edilen referans değerlerle (%0.75-0.94; Gezgin ve ark., 2014) karşılaştırıldığında yeterlilik sınırları içerisinde yer almaktadır. Sadece 6 nolu uygulama alt sınıra yakın bulunmuştur.

Kalsiyum: Uygulamalar arasında hem yaprakların hem de meyvelerin Ca içeriği arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamıştır. Bununla birlikte meyvelerde elde edilen Ca değerleri bölgemizde yapılan bir çalışmada elde edilen referans değerlerle (%0.030-0.052; Gezgin ve ark., 2014) karşılaştırıldığında yeterlilik sınırları içerisinde yer almaktadır.

Magnezyum: Uygulamalara göre yaprakların Mg içeriği farklılık göstermiştir. Kullanılan ürün içerisinde yüksek oranda Mg içeren 2 nolu uygulamada en yüksek değerler elde edilmiştir. Meyvelerin Mg içerikleri uygulamalara göre farklılık göstermemesine rağmen yine 2 nolu uygulamada elde edilen değerler diğer uygulamalara göre yüksek olmuştur. Meyvelerde elde edilen Mg değerleri bölgemizde yapılan bir çalışmada elde edilen referans değerlerle (%0.038-0.052; Gezgin ve ark., 2014) karşılaştırıldığında yeterlilik sınırları içerisinde yer almaktadır.

Meyve K:Ca ve K+Mg:Ca Oranı: her iki oranda uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bu oranlar meyve Ca miktarının belirlenmesinde sadece Ca'ya göre daha önemli olmaktadır.

Sonuç

Meyve büyüklüğü 1 nolu uygulamada ön plana çıkmıştır. Hem meyve eni hem meyve ağırlığı bakımından öne çıkan 1 nolu uygulama, meyve setliği yönünden en yumuşak meyveleri oluşturmuştur. En küçük meyve ağırlığına sahip olan 3 nolu uygulamada ise en sert meyveler elde edilmiş ve 3 nolu uygulamayı 6 nolu uygulama izlemiştir. Bu durum meyve eti sertlik değerlerinin Ca uygulamasından daha çok meyve büyüklüğü ile ters orantılı olduğunu

göstermektedir. Meyvenin K içeriği üzerine, 1 ve 2 nolu uygulamaların içeriğinde yüksek oranda K bulunması nedeniyle olumlu etkileri olmuştur. Fakat bu durum meyvenin kalite kriterlerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Meyve kabuk renkleri bakımından 6 ve 3 nolu uygulamalar ön plana çıkmış olup, bunun da uygulamalardan ziyade meyve büyüklüğü ilgili olduğu düşünülmektedir. Deneme alanı topraklarının besin elementi yönünden zengin olması, meyve seyrelmesinin yapılarak kalitenin artırılması gibi nedenler kimyasallar arasında belirgin bir etkinin olmamasına neden olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aktaş, M., Ateş, M. (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanınmaları, Engin Yayınevi, Ankara, 247 p.
- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants, development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 741 p.
- Dilmaghani, M.R., Malakouti, M.J., Neilsen, G.H., Fallahi, E. (2005). Interactive effects of potassium and calcium on K/Ca ratio and its consequences on apple fruit quality in calcareous soils of Iran. Journal of Plant Nutrition 27(7): 1149-1162.
- Drahorad, W. (1999). Modern guidelines on fruit tree nutrition. 42. Annual IDFTA Conference. Hamilton Ontario, Canada.
- Fallahi, E., Fallahi, B., Neilsen, G.H., Neilsen, D., Peryea, F.J. (2010). Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. Acta Hort. (ISHS) 868: 49-60.
- FAO (2015). Production, trade and producer price statistics, food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Date accessed: 19.10.2015).
- Gezgin, S., Uçgun, K., Akgül, H., Atasay, A., Harmankaya, M., Altındal, M., İlban, B., Cansu, M., Seymen, T. (2014). Elma Bahçelerinde Erken Dönemde Yapılan Çiçek, Yaprak ve Meyve Analizlerinin Yorumlanmasına İmkan Tanıyan Referans

- Eğrilerin Oluşturulması. 110O284 nolu Tübitak Sonuç Raporu, Konya, 119 s.
- Karaçalı, İ. (1993). Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No; 494, İzmir.
- Meheriuk, M., Prange, R.K., Lidster, P.D., Porritt, S.W. (1994). Postharvest disorders of apples and pears. Agriculture Canada Publication 1737/E, Canada.
- Neilsen, G.H., Neilsen, D. (2003). Nutritional requirements of apple. Apples, Botany, Production and Uses. Ed. Ferree, D. Warrington, I., CAP International, Wallingford U.K. pp. 267-302.
- Ryan, J., Estafan, G., Rashid, A. (2001). Soil and plant analysis laboratory, manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria, pp.135-140.
- Özdemir, E.A., Dündar, Ö., Ertürk, E., Dilbaz, R. (2003). Bazı yörelerimizde yettirilen sarking delicious elmalarında derim öncesi ve derim sırasında görülen kayıpların belirlenmesi. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 08-12 Eylül, Antalya: 166-168.
- Perring, M.A. (1984). Lenticel blotch pit, watercore, splitting and cracking in relation to calcium concentration in the apple fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture 35 (11): 1165-1173.
- TUIK (2015). Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye istatistik kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> [Ulaşım tarihi: 27 Ekim 2015].
- Uçgun, K., Altındal, M., Cansu, M. (2015). Elma ağaçlarında yaz budamasının meyve ve yaprakların kalsiyum içeriği üzerine etkisi. 4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 1-4 Eylül 2015, Kahramanmaraş.



Potasyumla Gübrelemenin İncirde (*Ficus carica* L.) Yaprakta Makro Besin Elementi İçeriğine Etkisi*

Mahmut TEPECİK¹ Mehmet Eşref İRGET¹

Özet

Bu araştırmada tam verim çağındaki bir incir bahçesinde (Germencik-aydın) toprakta 7 farklı dozda (0-150-300-450-600-750-900 g K₂O / ağaç) K ve yalnızca N+P₂O₅ uygulamalarının yaprak makro besin (N, P, K, Ca ve Mg) elementi içeriğine etkileri incelenmiştir. Denemede kontrol dışındaki tüm uygulamalarda sabit dozda 200 g N / ağaç ve 150 g P₂O₅ / ağaç uygulanmıştır. Araştırma sonucunda yaprak besin elementlerinin uygulamalara bağlı olarak N, P, K, Ca ve Mg için sırası ile % 1.62-1.86, 0.066-0.093, 0.81-1.68, 5.98-7.01 ve 0.55-0.81 arasında değiştiği ve toprakta K uygulamasının yaprak makro besin elementi içeriğine önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İncir, potasyum, makro elementler, toprak

Effect of Different Doses of Potassium Fertilization on Macro Element Nutrition of Fig (*Ficus carica* L.)

Abstract

This research was conducted on fig orchard in Germencik-Aydın. Seven potassium rate were applied as control-150-300-450-600-750 and 900 g K₂O / tree. In addition to potassium N and P were applied in experiment as a constant rate 200 g N / tree and 150 g P₂O₅ / tree except control treatment. Leaf macro element concentration were changed with respect to the potassium rate and ranked as % 1.62-1.86, 0.066-0.093, 0.81-1.68, 5.98-7.01 ve 0.55-0.81 for N, P, K, Ca and Mg respectively. Results revealed that leaf macro nutrient content of were affected by potassium application rate.

Key words: Fig, potassium, plant nutritions, soil

Giriş

Meyvecilik bakımından en önemlisi 'Anadolu İnciri' denilen *Ficus carica* L.'dır (Özen ve ark., 2007). İncir ülkemizde çoğunlukla Ege Bölgesi'nde Büyük ve Küçük Menderes Havzalarında yetiştirilen geleneksel ve simge ürünlerinden birisidir. Yapılan birçok çalışmada incirde beslenme durumu ile kalite arasında önemli ilişkilerin bulunduğu rapor edilmektedir (Aksoy ve ark., 1987; Anaç ve ark., 1992; İrget ve ark., 2005). Gübrelemenin incirde kaliteyi etkileyen en önemli etmenlerden biri olduğu kabul edilmesine karşın, incirin beslenmesi ve özellikle gübrelenmesi ile ilgili çalışmaların ülkemizde ve dünya ölçeğinde sınırlı olduğu izlenmektedir. Bu durumun, incirin, diğer

meyveler gibi dünya ölçeğinde üretimi yapılan bir meyve olmaması, ticari incir yetiştiricilik alanlarının belli bölgelerle sınırlı olması, yapılan denemelerde gübrelemeye karşılık alınan cevabın diğer meyve türlerinde olduğu kadar belirgin olmaması, incirin gübrelenmesi ile ilgili çalışmaların ülkemizde ve diğer üretici ülkelerde yoğun bir ilgi toplayamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (İrget ve ark., 2005).

Yapılan survey çalışmaları ve sınırlı sayıdaki gübre denemelerinin sonuçları incirde K ile beslenmenin önemli kalite parametreleri olan güneş yanıklığı, çatlama ve aflatoksin oluşumu ile önemli derecede ilişkili olabileceğini ortaya koymakta İncirde kaliteli ürün alınması diğer

¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova / İzmir

* Makale Doktora tezinden alınmıştır.

faktörler yanında beslenme durumu ile de sıkı ilişkilidir (Aksoy ve ark., 1987; Anaç ve ark., 1992). Potasyum besin elementi incirde su kullanım etkinliğini arttırması, meyvede lezzet, tat ve renk üzerinde olumlu etkisi ve incirde kalite açısından büyük bir problem olan güneş yanıklığını azaltması ile büyük önem taşıdığı rapor edilmektedir. K açısından yeterli düzeyde beslenmenin güneş yanıklığını azalttığı, çatlamayı ise arttırdığı belirtilmektedir (Aksoy ve ark., 1987; Anaç ve ark., 1992; İrget ve ark., 2005). Brown (1994), Sarılıp incir yapraklarında besin elementlerinin mevsimsel değişiminin diğer ağaç türleri ile benzer olduğunu, sezon sonuna doğru N ve K içeriklerinde belirgin düşmelerin gözlemlendiğini, çok verimli bahçelerde tamamlayıcı N ve K gübrelemesine gerek olabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada Sarılop' incir çeşidinde farklı potasyum dozlarının yaprağın makro bitki besin elementleri içeriği belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme alanı, Aydın ili Germencik ilçesinin kuzeyinde bulunan Alangülü bölgesinde yer almaktadır. Denemedeki incir çeşidi, Sarılop'tur (*Ficus carica* L. cv. Sarılop). 20 ile 30 yaş arasında olan deneme bahçelerindeki incir ağaçları çok gövdeli olup, bahçeler 8 X 8 m dikim mesafeleri kurulmuşlardır. Alınabilir K açısından fakir olan bahçeler seçilmiştir (Çizelge 2). Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme, 2006-2007 yıllarında Aydın-Alangüllü'de 1. bahçede 4 tekrarlamalı, 2007-2008 yıllarında 2. bahçede 3 tekrarlamalı ve her tekrarda 1 ağaç bulunacak şekilde planlanmış ve yürütülmüştür. Her iki bahçede de denemeler 2 yıl yapılmıştır. Denemede 8 uygulama öngörülmüştür. Bunlar; 1-Kontrol, 2-NP, 3-NP+150 g K₂O, 4-NP+300 g K₂O, 5-NP+450 g K₂O, 6-NP+600 g K₂O, 7-NP+750 g K₂O ve 8-NP+900 g K₂O. Denemede, kontrol dışındaki tüm uygulamalarda N ve P sabit dozlarda uygulanmış olup 200 g N / ağaç ve 150 g P₂O₅ / ağaç şeklindedir. N kaynağı olarak NH₄NO₃ (% 33 N), P kaynağı olarak DAP (NH₄)₂HPO₄ (18-46-0) ve K kaynağı olarak K₂SO₄ (0-0-50) kullanılmıştır. Denemeye alınacak ağaçlar belirlenip etiketlendikten sonra gübreler her

yılın Şubat sonu, Mart ayının başında ağaç taç izdüşümüne gelecek şekilde, ağaçların iki tarafına pullukla açılan 15-20 cm derinliğindeki çiziye uygulanmış, çizinin üzeri tekrar pullukla kapatılmıştır. Haziran ayı içerisinde bir hafta arayla iki kez incir ağaçlarına ilekleme işlemi yapılmıştır.

Yaprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Denemede her yıl meyve olgunlaşma döneminin başlangıcında (Ağustos ayının ilk yarısı) sürgünlerin alttan itibaren, koltuğunda meyve bulunan ilk yaprakları (genelde 4. yaprak) örnek olarak alınmıştır (Kabasakal, 1983). Delikli naylon torbalarda etiketlenerek yaprak örnekleri portatif buz çantası ile laboratuvara getirilmiştir. Normal su ve saf su ile pamukla temizlenerek yaprak ayası ve yaprak sapı olarak ayrılmış 65-70 °C'de kurutulup, öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Analizler yaprak ayası ve yaprak sapında ayrı ayrı yapılmıştır. Bitki besin element içerikleri kuru madde üzerinden verilmiştir. Analize hazır hale getirilen yaprak aya ve yaprak sapı örneklerinde N Kjeldahl yöntemi ile (Bremmer, 1965), K, P, Ca ve Mg yaş yakma (Kacar ve İnal 2008) (4:1 oranında HNO₃: HClO₄) ile elde edilen ekstrakta P, Vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak (Lott ve ark., 1956). K ve Ca flame (alev) fotometresi ile Mg ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile ölçülerek belirlenmiştir (Kacar, 2009; Dalquist ve Knoll, 1978; Munter ve Grande, 1981).

İstatistiki analiz; verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde TARİST paket programı kullanılmıştır. Asgari önemli fark (LSD) çoklu karşılaştırma testi ($\alpha:0,05$) kullanılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1994).

Bulgular ve Tartışma

Azot

Denemede uygulanan farklı K dozları yapraktaki toplam N miktarını kontrole göre artırdığı, farklı uygulamaların etkisi ise $p<0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır en yüksek toplam N (%) değeri her iki bahçeden de NP+450K₂O uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yaprak ayasında % N içeriği

Uygulama	1. Bahçe			2. Bahçe		
	1. Yıl (2006)	2. Yıl (2007)	Ort.	1. Yıl (2007)	2. Yıl (2008)	Ort.
Kontrol	1.62	1.70	1.66 c	1.62	1.67	1.65 c
NP	1.75	1.84	1.79 b	1.71	1.74	1.72 b
NP+150K ₂ O	1.78	1.80	1.79 b	1.72	1.77	1.75 ab
NP+300K ₂ O	1.80	1.79	1.80 ab	1.73	1.77	1.75 ab
NP+450K ₂ O	1.85	1.86	1.86 a	1.73	1.80	1.76 ab
NP+600K ₂ O	1.82	1.77	1.80 ab	1.75	1.78	1.77 a
NP+750K ₂ O	1.84	1.82	1.83 ab	1.76	1.78	1.77 a
NP+900K ₂ O	1.84	1.82	1.83 ab	1.75	1.76	1.75 ab
Ort.	1.79	1.79		1.72 b	1.76 a	

1. Bahçe LSD_{5%} yıl, ö.d. uyg; 0.058**, yıl*uyg; ö.d

2. Bahçe LSD_{5%} yıl, 0.021**, uyg; 0.041**, yıl*uyg; ö.d

Toplam N (%) 1. yıl 1.62-1.8, 2. yılda ise % 1.70-1.86 arasında değişim göstermektedir. Her iki yılda da en yüksek toplam N (%) değeri NP+450K₂O uygulamasından, en düşük toplam N (%) değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. İkinci bahçede yaprak ayasında toplam N içeriği 1. yılda % 1.62-1.76 ve 2. yılda % 1.67-1.80 arasında değişim göstermiştir. Reuter ve Robinson, (1986) belirttiği % 2.00-2.50 değerine göre yaprakların N içerikleri yeterli düzeyin altındadır. Yapılmış çalışmalarda incir yapraklarının N (%) içeriklerinin, Aksoy ve ark., (1987); 0.85-2.06, Anaç ve ark., (1992); 1.29-2.12; Düzbastılar ve Güleç (1995); 0.68-2.07, İrget ve ark., (2005); 1.58-2.08, Elmacı ve ark., (2010); 1.09-1.79 olarak belirtmektedirler. Çalışmada belirlenen yapraktaki toplam N değerleri bu yönde elde edilen değerlerle uyumlu bir değişim gösterdiği izlenmektedir.

Fosfor

Yaprak ayasındaki P miktarı kontrole göre artış gösterirken, kontrol dışındaki uygulamalarda P miktarı sabit olduğu için istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 2). Birinci bahçede yıllara göre ve uygulamalara göre yaprak ayasında P miktarı p<0.01 düzeyinde önemli çıkmıştır. 1. yıl ortalaması % 0.080 ve 2. yıl ortalaması % 0.087 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında P miktarı 1. yıl % 0.066-0.088 arasında ve 2. yılda ise % 0.076-0.093 arasında belirlenmiştir. 1. bahçede En

yüksek P (%) 0.089 değeri NP+600K₂O uygulamasından, en düşük P miktarı, kontrol uygulamasında elde edilmiştir. İkinci bahçede uygulamaların yıllara göre değişimi istatistiki olarak p<0.01 düzeyinde uygulamalara göre p<0.05 düzeyinde önemli çıkmıştır. 1. yıl ortalaması % 0.081 ve 2. yıl ortalaması % 0.085 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında P miktarı 1. yıl % 0.077-0.084 arasında ve 2. yılda ise % 0.078-0.088 arasında değişim göstermiştir. En yüksek P miktarı NP+150K₂O, NP+750K₂O ve NP+900K₂O uygulamalarında % 0.085 olarak elde edilmiştir.

İncirde, sürgünlerin orta yapraklarında P (%) içerikleri; < 0.1 noksan, 0.1-0.3 yeterli ve > 0.3 fazla şeklin sınıflandırılmıştır (Reuter ve Robinson, 1986). Bu sınıflandırmaya göre yaprakların P içerikleri bakımından noksan olduğu izlenmektedir. P (%) Kabasakal (1983); 0.080-0.105, Aksoy ve ark., (1987); % 0.070-0.134, Anaç ve ark., (1992); % 0.064-0.226, Düzbastılar ve Güleç (1995); % 0.046-0.108, İrget ve ark (2005); % 0.08-0.10, Şahin ve ark., (2008); % 0.05-0.11 ve Elmacı ve ark., (2010); 0.056-0.094 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedirler. Kabasakal (1983), incirde P'un vejetasyon başlangıcında yüksek olduğunu, meyve doğuşlarının tamamlanmasıyla düşüş eğilimi gösterdiğini ve bu dönemde alınan yaprak örneklerinde ortalama olarak P (%) 0.090 olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada belirlenen yaprak P içerikleri, bu yönde yapılan çalışmalarda ile

Çizelge 2. Yaprak ayasında % P içeriği

Uygulama	1. Bahçe			2. Bahçe		
	1. Yıl (2006)	2. Yıl (2007)	Ort.	1. Yıl (2007)	2. Yıl (2008)	Ort.
Kontrol	0.066	0.076	0.071 b	0.077	0.078	0.077 b
NP	0.073	0.080	0.076 b	0.082	0.084	0.083 a
NP+150K ₂ O	0.083	0.085	0.084 a	0.084	0.085	0.085 a
NP+300K ₂ O	0.078	0.090	0.084 a	0.077	0.084	0.081 ab
NP+450K ₂ O	0.084	0.091	0.087 a	0.080	0.088	0.084 a
NP+600K ₂ O	0.086	0.092	0.089 a	0.083	0.085	0.084 a
NP+750K ₂ O	0.082	0.093	0.088 a	0.082	0.088	0.085 a
NP+900K ₂ O	0.088	0.087	0.087 a	0.082	0.088	0.085 a
Ort.	0.080 b	0.087 a		0.081 b	0.085 a	

1. Bahçe LSD_{5%} yıl, 0.004**, uyg; 0.007**, yıl*uyg; ö.d

2. Bahçe LSD_{5%} yıl, 0.003**, uyg; 0.005*, yıl*uyg; ö.d

uyumlu bir değişim göstermektedir. Fakat (Reuter ve Robinson, (1986) ve Beutel ve ark., (1983)'in belirttiği ortalama P miktarı (%) 0.094'e göre düşük seviyede olduğu izlenmektedir.

Potasyum

Artan dozda uygulanan K miktarına paralel olarak yapraktaki K miktarının da önemli derecede artış gösterdiği belirlenmiştir. Yaprak ayasındaki K miktarı, uygulama dozlarındaki Potasyum artışıyla paralel bir artış gösterdiği izlenmektedir (Çizelge 3).

Birinci bahçede yıllara göre ve uygulamalara göre yaprak ayasında K miktarı

istatistiki $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 1. yıl ortalaması % 1.22 ve 2. yıl ortalaması % 1.28 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında K miktarı 1. yıl % 0.86-1.58 arasında ve 2. yılda ise % 0.94-1.68 arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların 1. ve 2. yıllardaki etkileri istatistiki olarak farklılık göstermekte olup yaprak ayasındaki K miktarının, uygulama dozlarındaki K miktarına bağlı olarak arttığı izlenmektedir. Buna bağlı olarak en yüksek K içeriği NP+900K₂O uygulamasında, en düşük K içeriği ise Kontrol ve NP uygulamalarında elde edilmiştir. İkinci bahçede uygulamalar ve yıllara göre yaprak ayasında K miktarı istatistiki olarak $p < 0.01$

Çizelge 3. Yaprak ayasında % K içeriği

Uygulama	1. Bahçe			2. Bahçe		
	1. Yıl (2006)	2. Yıl (2007)	Ort.	1. Yıl (2007)	2. Yıl (2008)	Ort.
Kontrol	0.87	0.94	0.90 h	0.81 g	0.88 f	0.85 g
NP	0.96	0.95	0.95 g	0.81 g	0.87 f	0.84 g
NP+150K ₂ O	1.06	1.15	1.10 f	0.93 f	0.95 e	0.94 f
NP+300K ₂ O	1.17	1.21	1.19 e	1.11 e	1.16 d	1.13 e
NP+450K ₂ O	1.28	1.33	1.30 d	1.19 d	1.22 d	1.21 d
NP+600K ₂ O	1.42	1.46	1.44 c	1.27 c	1.40 c	1.34 c
NP+750K ₂ O	1.47	1.55	1.51 b	1.34 b	1.54 b	1.44 b
NP+900K ₂ O	1.58	1.68	1.63 a	1.45 a	1.66 a	1.55 a
Ort.	1.22 b	1.28 a		1.11b	1.21a	

1. Bahçe LSD_{5%} yıl, 0.022**, uyg; 0.044**, yıl*uyg; ö.d

2. Bahçe LSD_{5%} yıl, 0.024**, uyg; 0.047**, yıl*uyg; 0.067**

düzeyinde önemli bulunmuştur, ayrıca yıl ile birlikte uygulama interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur. 1. yıl ortalaması % 1.11 ve 2. yıl ortalaması % 1.21 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasındaki K miktarı 1. yılda % 0.81-1.45 ve 2. yılda ise % 0.88-1.66 arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların 1. ve 2. yıl etkileri istatistiksel olarak farklılık göstermekte olup en yüksek K içeriği NP+900K₂O uygulamasıyla, en düşük K içeriği ise Kontrol ve NP uygulamalarında elde edilmiştir. K'un sürgünlerin orta yapraklarında K miktarı % 0.7-1.0 noksan, > % 1.0 yeterli şeklinde sınıflandırılmıştır (Reuter ve Robinson, 1986). Anaç ve ark. K (%) değerlerini, (1992); 0.79-1.81; Düzbastılar ve Güleç (1995); 0.26-1.98, İrget ve ark (2005); 0.54-1.49 ve Elmacı ve ark., (2010); 0.29-3.15 değerleri arasında değiştiğini rapor etmektedirler

Yaprak K içerikleri bu yönde daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerle uyumlu bir değişim göstermektedir. Kontrol dışındaki uygulamalarda elde edilen K değerleri yeterlilik seviyesinin üzerindedir. Bunun da artan dozdaki K uygulamalarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Kalsiyum

Yapraktaki en yüksek Ca miktarı kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol dışındaki uygulamalarda ise, K uygulamaları ile yapraktaki Ca miktarı azalma eğilimi göstermiştir (Çizelge 4).

Birinci bahçede yıllara göre yaprak ayasındaki Ca miktarı istatistiki olarak önemsiz olurken, uygulamalar $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur. 1. yıl ortalaması % 6.42 ve 2. yıl ortalaması % 6.54 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında Ca miktarı 1. yıl % 5.98-6.90 arasında ve 2. yılda ise % 6.08-7.01 arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların yıllar içerisindeki değişiminde ise Ca miktarı % 6.03-6.96 arasında olmuştur. En düşük Ca miktarı NP+900K₂O uygulamasından elde edilirken en yüksek Ca miktarı ise, Kontrol ve NP uygulamalarında elde edilmiştir. İkinci bahçede yıllara göre yaprak ayasındaki Ca miktarı açısından istatistiki olarak farklı bulunmuştur, 1. yıl ortalaması % 6.41 ve 2. yıl ortalaması %

6.61 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında Ca miktarı 1. yıl % 6.02-6.62 arasında ve 2. yılda ise % 6.18-7.01 arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların yıllar içerisindeki değişimi istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En yüksek Ca değeri kontrol uygulamasında ve en düşük Ca değeri ise NP+900K₂O uygulamasında elde edilmiştir. Sürgünlerin orta yapraklarında Ca miktarı % ≥ 3.0 yeterli şeklinde sınıflandırılmıştır (Reuter ve Robinson, 1986). Küçük Menderes havzasındaki incir plantasyonlarında yapılmış çalışmalarda yaprağın Ca (%) miktarının Büyük Menderes havzalarında Aksoy ve ark., (1987); 2.22-5.78, Anaç ve ark., (1992); 3.26-5.01, İrget ve ark (2005); 5.54-7.40, ve Elmacı ve ark., (2010); 2.90-5.44 arasında değiştiğini belirtmektedir. Genelde her iki bahçede de artan K dozlarına karşılık Ca miktarının azaldığı, bunun da Ca ile K arasındaki interaksyondan yani potasyum miktarının artışı kalsiyum miktarını azaltmıştır. Ayrıca deneme bahçelerinin kum oranlarının yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yaprak Ca içerikleri bu yönde daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile uyumlu bir değişim göstermektedir.

Magnezyum

Uygulamalar ile yaprak ayasındaki Mg miktarı azalmıştır. Yaprak ayasında en yüksek Mg içeriği kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5).

Birinci bahçede uygulama ve yıllara göre yaprak ayasında Mg miktarı istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olmuştur. 1. yıl ortalaması % 0.64 ve 2. yıl ortalaması % 0.68 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında Mg miktarı 1. yıl % 0.55-0.69 arasında ve 2. yılda ise % 0.63-0.72 arasında değişim göstermektedir. En yüksek Mg değeri kontrol uygulamasında ve en düşük Mg değerinin NP+900K₂O uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların yıllara göre değişimi incelendiğinde Mg miktarının % 0.59-0.71 arasında değişim gösterdiği izlenmektedir. İkinci bahçede yıllara göre yaprak ayasında Mg miktarı istatistiki olarak etkili olmamış, uygulamalar $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4. Yaprak ayasında % Ca içeriği

Uygulama	1. Bahçe			2. Bahçe		
	1. Yıl (2006)	2. Yıl (2007)	Ort.	1. Yıl (2007)	2. Yıl (2008)	Ort.
Kontrol	6.91	7.01	6.96 a	6.60	7.01	6.81 a
NP	6.87	6.99	6.93 a	6.62	6.96	6.79 a
NP+150K ₂ O	6.58	6.88	6.73 ab	6.61	6.79	6.70 ab
NP+300K ₂ O	6.47	6.57	6.52 bc	6.50	6.62	6.56 bc
NP+450K ₂ O	6.32	6.39	6.36 cd	6.41	6.55	6.48 cd
NP+600K ₂ O	6.16	6.22	6.19 de	6.30	6.41	6.36 de
NP+750K ₂ O	6.05	6.15	6.10 de	6.20	6.35	6.28 e
NP+900K ₂ O	5.98	6.08	6.03 e	6.02	6.18	6.10 f
Ort.	6.42	6.54		6.41 b	6.61 a	

1. Bahçe LSD₀₅ yıl, ö.d, uyg; 0.259**, yıl*uyg; ö.d

2. Bahçe LSD₀₅ yıl, 0.071**, uyg; 0.143**, yıl*uyg; ö.d

1. yıl ortalaması % 0.75 ve 2. yıl ortalaması % 0.76 olarak değişim göstermiştir. Yaprak ayasında Mg miktarı 1. yıl % 0.69-0.77 arasında ve 2. yılda ise % 0.69-0.80 arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların yıllara göre değişiminde ise Mg miktarı % 0.69-0.79 arasında değişim göstermiştir.

Sürgünlerin orta yapraklarında yeterli magnezyum miktarı $\geq$ % 0.75 olarak belirtilmektedir (Reuter ve Robinson, 1986). Anaç ve ark., (1992); 0.50-1.09, Gaşgil (1993); 0.113-1.470, Demir (2005); kuzey yöneydeki ağaçlarda Mg (%) miktarını 0.16 ve güney yöneydeki ağaçlarda ise 0.37 olarak, İrget ve

ark (2005); 0.59-1.22, Elmacı ve ark., (2010); 0.25-1.19 arasında değişim gösterdiği belirtilmektedir. Reuter ve Robinson (1986)'na göre her iki bahçedeki incir ağaçlarının Mg açısından düşük seviyede olduğu söylenebilir. Her iki bahçeden de artan K uygulamalarında Mg miktarının düştüğü, en yüksek Mg içeriği kontrol uygulamasından ve en düşük Mg miktarın ise NP+900 K₂O uygulamasından elde edilmiştir.

Mengel ve Kirkby (2001), katyon alınımının çoğunlukla besin ortamındaki katyon konsantrasyonuna bağlı olduğunu ancak bitkide toplam katyonların besin ortamındaki her bir

Çizelge 5. Yaprak ayasında % Mg içeriği

Uygulama	1. Bahçe			2. Bahçe		
	1. Yıl (2006)	2. Yıl (2007)	Ort.	1. Yıl (2007)	2. Yıl (2008)	Ort.
Kontrol	0.69	0.73	0.71 a	0.77	0.81	0.79 a
NP	0.68	0.71	0.69 a	0.77	0.78	0.78 ab
NP+150K ₂ O	0.68	0.71	0.70 a	0.77	0.78	0.78 ab
NP+300K ₂ O	0.66	0.69	0.67 ab	0.76	0.76	0.76 b
NP+450K ₂ O	0.63	0.66	0.65 b	0.76	0.76	0.76 b
NP+600K ₂ O	0.61	0.67	0.64 b	0.75	0.76	0.76 b
NP+750K ₂ O	0.61	0.66	0.64 b	0.71	0.70	0.71 c
NP+900K ₂ O	0.55	0.63	0.59 c	0.69	0.69	0.69 c
Ort.	0.64 b	0.68 a		0.75	0.76	

1. Bahçe LSD₀₅ yıl, 0.021**, uyg; 0.041**, yıl*uyg; ö.d

2. Bahçe LSD₀₅ yıl, ö.d, uyg; 0.025**, yıl*uyg; ö.d

katyon miktarının değişikliğinden çok az etkilendiğini bildirmektedirler. Araştırmada saptanan Mg kapsamının sözü edilen K ve Ca arasındaki antagonistik etkileşimden dolayı düşük olduğu söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Potasyum uygulama dozlarına bağlı olarak yaprak ayasındaki bitki besin elementlerinin değişim göstermiştir. Uygulamalar yaprak ayasındaki makro bitki besin elementleri konsantrasyonunu kontrole göre önemli oranda artırmıştır. İncir tarımında gübrelemeye gerekli önemin verilmesi ve incir için gübreleme programı hazırlanırken toprak-bitki analizlerine göre gübreleme programlarının uygulanması incir yetiştiriciliğine büyük yarar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N., Akbaş, M. E. Özcan, K. Moghoddam, A. F. (1994) Tarımsal Araştırmaların Değerlendirilmesi için PC. Paketi TARİST. Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan, Bornova/İzmir.
- Aksoy, D., Anaç, D. Hakerlerler, H. Düzbastılar, M. (1987) Germencik Yöresi Sarılop İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Besin Elementleri ile Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Tarih Ar-Ge Proje No: Ar-Ge 006, Bornova/İzmir.
- Aksoy, U., Can, H. Z. Hepaksoy, S. N., Şahin. (2001) İncir Yetiştiriciliği TÜBİTAK TARP Yayınları, İzmir.
- Aksoy, U., Can, H. Z. Meyvacı, K. B. Şen, F. (2008) Kuru İncir. Türk Sultanları: Çekirdeksiz Kuru Üzüm, Kuru İncir, Kuru Kayısı Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, İzmir 53-85.
- Anaç, D., Aksoy, U. Hakerlerler, H. Düzbastılar, M. (1992) Küçük Menderes Havzası İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Toprak ve Yaprak Besin Elementleri ile Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Tarih Ar-Ge Proje No: 4, Bornova/İzmir.
- Anonim, (2007) İncir Yetiştiriciliği, Hastalık ve Zararlıları Çiftçi Eğitim Serisi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Ankara No; 36, 7-36.

- Anonim, (2010) Aydın İli Meteorolojik Verileri.
- Bremner, J. M. (1965) 'Total Nitrogen', in C. A. Black (Ed.) Methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178.
- Dalquist, R. L. Knoll, J. W. (1978) Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy: Analysis of Biological Materials and soil for Major, Trace and Ultratrace Elements. Applied Spectroscopy 32: 1-31.
- Demir, Ö. (2005) Organik İncir Bahçelerinde Yöneyin Ağaç Gelişimi, Verim ve Kalite Üzerine Etkiler (Yüksek Lisans Tezi) E. Ü. Z. F Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İzmir.
- Düzbastılar, M. Güleç, I. (1995) Ege Bölgesi İncir Bahçelerinin Beslenmesi Açısından Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Ankara Cilt II: 73-80 pp.
- Elmacı, Ö. L., İrget, M. E. Aksoy, U. (2010) Büyük Menderes Havzası ve Küçük Menderes Havzası İncir (*Ficus carica* L.) Bahçelerinin Beslenme Durumlarının İncelenmesi Proje No: 07-ZRF-014 Bornova/İzmir.
- Gaşgil, N. (1993) İncir Bitkisinde Yaprak Aya, Sap ve Sürgündeki Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimi ve Birbirleriyle İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Bornova/İzmir.
- İrget, M. E., Aydın, Ş. Oktay, M. Tutam, M. Aksoy, U. Nalbant, M. (1998) İncirde Potasyum Nitrat ve Kalsiyum Nitrat Gübrelerinin Yapraktan Uygulanmasının Bazı Besi Maddeleri Kapsamı ve Meyve Kalite Özelliklerine Etkisi A. D. Ü Ziraat Fakültesi Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi Cilt: 2 Aydın, 414-421.
- İrget, M. E., Okur, B. Ongun, A. R. Tepecik, M. Kayıçioğlu, H. H. Aydın, Ş. Özkan, R. Şahin, N. (2005) Toprakta Kalsiyum Uygulamasının İncirde Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi TÜBİTAK TARP 2574-7 No'lu Proje.

- İrget, M. E., Aksoy, U. Okur, B. Ongun, A. R. Tepecik, M. (2008) Effect of Calcium Based Fertilization on Dried Fig (*Ficus carica* L. cv. Sarılıp) Yield and Quality. *Scientia Horticulturae* 118, 308-313.
- Kabasakal, A. (1983) Sarılıp İncir Çeşidinde Bazı Mineral Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimi ve Toprak-Bitki-Sürgün ve Meyve Gelişmesi İlişkileri Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi) E. Ü. Z. F. Toprak Bölümü, Bornova/İzmir.
- Kabasakal, A. (1990) İncir Yetiştiriciliği TAV Yayınları, Yalova.
- Kacar, B. İnal, A. (2008) Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892.
- Kacar, B. (2009) Toprak Analizleri. 2. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara. 467.
- Koç, S. (2009) Farklı İşlem Görmüş Kuru Meyvelerde Su Aktivitesinin Değişimi Üzerine Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi) E. Ü. Z. F. Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İzmir.
- Lott, W. L., J. P. Nery, J. R. Gall J.C., Medcoff. (1956) Leaf Analysis Technique in Coffee Research, I. B. E. C. Research Inst. Publish No: 9, 21-23-24.
- Mengel, K. Kirkby, E. A. (2001) Principles of Plant Nutrition. 5 th Edition Kluwer Academic Publishers Boston/London 481-509.
- Munter, R. C. Grande, R. A. (1981) Plant Tissue and Soil Extract Analysis by ICP Atomic Emission Spectrometry. In: Developments in Atomic Plasma Spectrochemical Analysis. Ed. R. M. Barnes, Heyden and Song London, England, 653-672.
- Özen, M., Çobanoğlu, F. Kocataş, H. Tan, N. Erten, B. Şahin, B. Konak, R. Doğan, Ö. Tutmuş, E. Köseoğlu, İ. Şahin, N. Özkan, R. (2007) İncir Yetiştiriciliği, T. C Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İncirliova/Aydın.
- Reuter, D. J. Robinson, J. B. (1986) Plant Analysis. An Interpretation Manual. Inkata Pres, Malbourne
- Şahin, E. (2003) Büyük ve Küçük Menderes Havzalarında Yetiştirilen Kurutmalık İncirlerde (*Ficus carica* L.) Aflatoksin ve Okratoksin A Varlığının, Dağılımının ve Kalite ile İlişkisinin Araştırılması (Doktora Tezi) E. Ü. Z. F. Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İzmir.
- Şahin, B., Çobanoğlu, F. Ertan, B. Konak, R. Tutmuş, E. Belge, A., Çokuysal, B. (2008) The Effect of Using Olive Oil Vegetation Water on Some Physical and Chemical Characteristics of Soil and Nutrient Element Contents of Fig (*Ficus Carica* L. Cv. Sarılıp) Dried Fig Cultivar. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology, Turkey 393-402.
- Şen, F. (2009) Besin ve Sağlık Deposu Kuru İncir. Hasad Gıda Dergisi Sayı: 290 26-29.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2004) İncir, TS-541.



Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi

Ahmet ÇIKMAN¹ Tali MONİS¹ Abdullah Suat NACAR¹
Yasemin VURARAK² Sema KARANLIK³

Özet

Araştırma Harran Ovası'nda 2007 yılında yürütülmüştür. Bu çalışmada, tarımsal artık kökenli farklı dozda kompost uygulamalarının ikinci ürün susam verimine ve toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Beş farklı kompost (1,2,3,4 ve 5 ton/da), bir kimyasal gübre (5 kg P₂O₅/da, 7 kg N/da) ve hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol uygulamalarının bulunduğu deneme tarla koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada kullanılan kompostun yapımında %25 buğday artığı, %25 mısır artığı, %25 pamuk artığı ve %25 oranında taze at gübresi kullanılmıştır. Farklı kompost dozlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla susam ekiminden önce ve hasattan hemen sonra parsellerden iki farklı derinlikte (0-15cm, 15-30cm) toprak örnekleri alınarak, fiziksel analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları en yüksek susam veriminin 2 ton/da kompost uygulamasından elde edildiğini, bunu kimyasal gübre uygulamasının izlediğini göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre artan kompost dozlarına bağlı olarak, toprağın hacim ağırlığında azalma görülmüş, buna paralel olarak porozite değerlerinde de artışlar saptanmıştır. Kimyasal gübre uygulaması ile karşılaştırıldığında kompost uygulaması ile tarla kapasitesi, solma noktası ve yarıyışlı su oranlarında önemli artışlar meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompost, Tarımsal Artık, Susam, Toprak Özellikleri

Agricultural Waste Water Requirements Based on the Harran Plain Compost Soil Physical Properties of Application and Yield Effect of Sesame

Abstract

The research was conducted in 2007 Harran Plain. In this study, agricultural products sesame efficiency of compost no longer origin to the second application in different doses and effects on some physical properties of soil were determined. Five different compost (1,2,3,4 and 5 tonnes / ha), a chemical fertilizer (5 kg P₂O₅ / ha, 7 kg N / ha) and the experimental field conditions where the control application made no application randomized block experimental design 3 was founded as replications. Now 25% wheat used in making compost in the study, 25% corn waste, 25% cotton and is now used by 25% of fresh horse manure. Before sesame to determine the effect on soil physical properties of different doses of compost at a depth of two parcels immediately after harvest (0-15cm, 15-30cm) taking soil samples were physical analysis. The research results of the highest sesame yield of 2 tons / ha is obtained from compost application, it showed that monitor application of chemical fertilizers. According to the survey due to increasing doses of compost, soil volume has seen a reduction in weight, the increase has been observed in this porosity values in parallel. Compared with chemical fertilizer application and compost application field capacity, a significant increase in available water and wilting point rate occurred.

Keyword: compost, agricultural waste, sesame seeds, soil properties

Giriş

¹ GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Şanlıurfa

² Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Adana

³ Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi-Hatay

Dünyanın toprak kaynakları sınırsız, Türkiye'nin toprak potansiyeli de sanıldığı kadar zengin değildir. Hızla çoğalan ve buna bağlı olarak gereksinimleri hızla artan ve çeşitlenen insanlık için kısıtlı olan dünya toprak kaynaklarının yetersiz kaldığı ve bu kaynakların giderek azaldığı birçok araştırma ile ortaya konmuştur. Dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak besin tüketiminin de arttığı bilinen bir gerçektir. Bu noktada talebi karşılamak üzere, sınırlı olan tarım arazilerinde birim alandan daha fazla ürün elde etmek üzere gübreleme, ilaçlama gibi kültürel uygulamalar yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak optimum olmayan tarım faaliyetlerinin (gübreleme, sulama, ilaçlama vb.) insan ve hayvan sağlığını tehdit ettiği, yer altı su kaynaklarının kirlenmesine, doğal bitki ve toprak deseni bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine yol açtığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Tarım yapılabilen verimli arazilerin gün geçtikçe azalması birim alandan alınacak ürün miktarının artırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun pek çok yolu olmakla birlikte, önemli bir yolu da verimli ve mono kültür tarım yapılan alanlardan yılda birden fazla ürün almaktır. Çoklu ürün tarımı ile aynı tarladan yılda birden fazla ürün alınması hedeflenmekte, böylece farklı ürün deseni ile ekolojik koşulların ve tarım arazilerinin verimliliğinin korunması amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin toplam tarımsal alanı yaklaşık 26,350 milyon hektardır. Bunun %38,4'ü (10,013 milyon hektar) ekili alandır. Bu alandan elde edilen yıllık toplam tarımsal artık miktarı 51 464 898 ton civarındadır. Türkiye'deki tarımsal artıkların tamamının kompostlaştırılarak dekara 2 ton/da/yıl verilmesi durumunda 2 572 745 hektarlık alanda kimyasal gübre kullanılması gereksinimi olmayacaktır. Bu da Türkiye'deki ekili alanların %26'sını teşkil edecektir. Suni gübrenin kilogram fiyatı ortalama 0.50 YTL (2007 yılı için) olarak kabul edilirse, dekara ortalama 50 kg suni gübre kullanıldığını varsayıldığında, yıllık 643 186 000 YTL'lik bir parasal döngü söz konusu olacaktır. Anız ve artıkların yakılmasının atmosfere, toprağa ve çevreye verdiği zararların önlenmesi bakımından da

organik artıkların tarımda kullanılması gün geçtikçe daha da önem taşımaktadır (Başçetinçelik, 2005).

GAP Bölgesinde bilinçsizce yapılan tarım sonucu toprak devamlı sömürülmektedir (Şelli ve ark., 2001). Bölgede bitki rotasyonu yapılmamakta, her yıl aynı bitki tarımı yapılması sonucunda topraklar yorulmakta, verim yönünden zayıflamaktadır. Bu durum, toprakların organik madde miktarının da düşmesine neden olmaktadır. Önceleri üreticiler tarafından kuşku ile izlenen ticari gübre kullanımı, günümüzde bütün üreticiler tarafından benimsenmiş durumdadır. Toprak analizleri yapılmadan bilinçsizce ve genellikle gerekenden fazla miktarda ticari gübre kullanımı toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulmasına neden olmuştur. Fiziksel özellikler bakımından sorunlu olan topraklar, en uygun şekillerde ticari gübrelerle gübrelenmiş olsalar dahi, bunlardan yüksek verim almak olanaksızdır. Bu nedenle, son zamanlarda toprak özelliklerinin ıslahı önem arz etmeye başlamıştır (Polat ve Almaca 2006)

Bu çalışma ile, uzun vadede toprağın korunması, sürdürülebilirliği çerçevesinde; Harran Ovasında üretimi yapılan pamuk, buğday ve mısır artıkları gibi çeşitli organik artıkların kompost yapımında kullanılmasıyla, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesine katkıda bulunarak, ikinci ürün susamda verim artışını sağlamak ve tarım arazilerinin verimliliğinin korunması amaçlanmaktadır.

Materyal Ve Yöntem

Materyal

Araştırmada kullanılan kompostun yapımında %25 buğday artığı, %25 mısır artığı, %25 pamuk artığı ve %25 oranında taze at gübresi kullanılmıştır. Yapılan karışım oranlarında kuru ağırlık dikkate alınmıştır. Batözle parçalanmış artıklar yukarıda ifade edilen oranlarda karıştırılarak 10x3x1.5m ebatlarında yığın haline getirilmiş ve sulanarak üstü naylonla örtülmüştür (Şekil 3.1.). Kompost yığını, ayda bir kez kepçe ile karıştırılmıştır. Kompostlaştırma işlemine başladıktan yaklaşık 4,5 ay sonra materyalin ayrışmasını tamamlayarak kullanılabilir duruma geldiği saptanmıştır. Bu

Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi

aşamada, olgunlaşan kompost materyali, 8 mm'lik elekten geçirilerek çuvallara doldurulmuştur.

Yöntem

Kompostlama işleminde, açık bir alanda ikişer tonluk mısır sapları, buğday sapları, pamuk sapları ve at gübresi bir araya getirilip, elle fiziksel bir ayıklanmadan geçirildikten sonra kepçe yardımıyla karışımı sağlanmıştır. Karıştırılma işlemi sonunda 10x3x1.5m ebatlarında yığınlar haline getirilerek sulanmış ve üstü naylonla örtülmüştür. Kompost yığını, ayda bir kez, kepçe ile karıştırılmıştır.

Olgunlaşma süresince kompost materyalinde saptanan C/N oranına göre kompostlaştırma işlemine başladıktan yaklaşık 4.5 ay sonra materyalin ayrışmasını tamamlayarak kullanılabilir duruma geldiği saptanmıştır. Bu aşamada, olgunlaşan kompost materyali, 8mm'lik elekten geçirilerek çuvallara doldurulmuştur.

Denemenin kurulacağı alanda gerekli tarla sürüm işlemleri yapılarak, deneme tesadüf blokları deneme deseninde 7 uygulamalı, 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve. (Şekil 3.5.). Parsel ölçüleri ekimde 5.6m x 8m, hasat döneminde 2.8m x 6m olarak alınmıştır. Parsellere 1 ton/da, 2 ton/da, 3 ton/da, 4 ton/da ve 5 ton/da olmak üzere 5 farklı kompost dozu uygulanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapmak amacıyla da 0 ton/dekar kompost ve normal çiftçi şartları olan kimyasal gübre uygulaması da eklenmiştir. Her parsel verilmesi gereken materyaller tartıldıktan sonra parsellerin yüzeylerine homojen bir şekilde dağıtılmış, daha sonra rototiller ile yapılan çapalama ile toprağa karışması sağlanmıştır. Bir hafta sonra sıra arası mesafe 70cm, sıra üzeri mesafe ise 10cm olacak şekilde susam ekimi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

A. Denemede Kullanılan Kompostun Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Kullanılan Kompostun Tarla Kapasitesi, Solma Noktası ve Yarayışlı Su Miktarı Üzerine Etkisi: Toprakların su tutma kapasiteleri dolayısıyla tarla kapasitesi; toprak bünyesi, strüktürü, organik

madde içeriği ve toplam gözeneklilik gibi birçok faktör ile ilişkilidir. Çizelge 1. incelendiğinde kompost uygulaması deneme alanı toprağının tarla kapasitesindeki su (T.K) kapsamında artış sağlamıştır. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü, topraklarda yarayışlı nem içeriğinin üst sınırını oluşturan tarla kapasitesini etkileyen faktörlerin en önemlileri, toprak bünyesi, organik madde miktarı ve toprak strüktürüdür (Hanay, 1991). Kontrol uygulamasında hasat sonrası tarla kapasitesinde hafif düşüş gözlenirken, kimyasal gübre uygulamasında tarla kapasitesinde hafif bir artış saptanmıştır.

Fakat kimyasal gübre uygulamasındaki bu artış kompost uygulanan parsellerden oldukça düşük bulunmuştur. Uygulamalar arasında tarla kapasitesinde en yüksek artış %5.6 ile 0-15 cm toprak derinliğinde A2 uygulamasında gerçekleşmiştir.

Benzer şekilde Hortenstine ve arkadaşları (1973) kumlu toprakta sulu şartlarda sorgum bitkisinde 0,0 ton/da, 1,6 ton/da, 3,2 ton/da, 6,4 ton/da ve 12,8 ton/da kompost uygulamalarının toprağın su tutma kapasitesi üzerindeki etkisini araştırmışlar, kompost uygulamalarının toprağın su tutma kapasitesini arttırdığını ve tarla kapasitesindeki en yüksek artışın %2,45 ile 12,8 ton kompost uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Solma noktası (S.N), yarayışlı nem içeriği kapasitesinin alt sınırını oluşturan değerdir. Başka bir tanımlamaya göre, solma noktası 15 bar basınçta tutulabilen sudur. Bu sınırdan sonraki su bitki tarafından kullanılamaz (Ward ve Elliot, 1995). Solma noktası değerleri kontrol konusunda belirgin bir şekilde değişmezken (Çizelge 1.), kompost uygulaması solma noktasını yükseltmiş, uygulanan kompost miktarının artışı ile solma noktası değerlerinde yükselme gözlenmiş, A4 parselinden daha yüksek kompost uygulamalarında ise bu artışlarda düşüş saptanmıştır. Kimyasal gübre uygulanan A6 parselinde ise solma noktası değerleri kompost uygulamalarının genelinden daha düşük fakat A0 parselinden yüksek bulunmuştur. Çizelgede solma noktasıyla ilgili değerlere bakıldığında en yüksek artış %2,7-3,2 ile A2 uygulamasında tespit edilmiştir. Benzer şekilde Doğan, (2000) kompost uygulaması ile solma noktasında artışlar elde edilmesine rağmen

Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi

Çizelge 1. Ekim öncesi ve hasat sonrası toprakların tarla kapasitesi, solma noktası ve yarayışlı su miktarındaki değişimler

Uygulamalar	Derinlik (cm)	Ekim Öncesi T.K (%)	Hasat Sonrası T.K (%)	Artış (%)	Ekim Öncesi S.N. (%)	Hasat Sonrası S.N. (%)	Değişim (%)	Ekim Öncesi Y.S (%)	Hasat Sonrası Y.S (%)	Artış (%)
A0	0-15	30.8±0.5	30.4±0.6	-1.2	20.5±0.5	20.4±0.4	-0.4	10.0	10.0	-0.1
	15-30	31.6±1.0	30.7±0.3	-2.8	21.2±0.8	21.4±1.3	0.8	10.4	9.3	-10.2
A1	0-15	31.7±0.5	32.2±0.8	1.7	21.3±0.7	21.5±0.6	0.7	10.4	10.8	3.9
	15-30	32.1±1.4	33.0±0.9	2.9	21.9±1.3	22.2±0.3	1.5	10.2	10.8	5.8
A2	0-15	32.5±1.6	34.3±0.8	5.6	22.2±0.9	22.8±0.5	2.7	11.3	11.5	1.8
	15-30	31.8±0.9	32.9±1.5	3.4	21.7±0.4	22.4±0.4	3.2	10.2	10.5	3.7
A3	0-15	31.1±1.0	32.1±0.3	3.3	21.4±1.2	22.1±1.2	3.1	9.7	10.0	3.7
	15-30	32.0±0.3	33.1±0.3	3.4	21.7±1.1	22.3±0.5	3.0	10.4	10.8	4.3
A4	0-15	32.2±0.1	33.7±0.7	4.7	22.5±1.5	22.9±0.2	1.6	9.7	10.9	11.3
	15-30	32.0±0.5	33.1±1.2	3.4	21.8±1.5	22.5±0.9	3.1	10.3	10.7	4.1
A5	0-15	31.3±0.8	32.6±0.9	4.2	21.6±0.6	22.1±0.6	2.0	9.7	10.6	9.3
	15-30	31.2±0.9	32.6±1.5	4.8	22.1±0.6	22.8±1.3	3.2	9.1	9.9	8.7
A6	0-15	31.2±1.2	31.4±1.2	0.8	22.1±0.0	22.5±0.3	2.0	9.1	8.9	-2.2
	15-30	31.3±0.9	31.9±0.6	1.9	21.4±0.5	21.9±0.8	2.3	9.9	10.0	0.9

bu artışların önemli düzeyde olmadığını bildirmiştir.

Bitkinin kullanabileceği yarayışlı su miktarı (Y.S) tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki fark olduğundan tarla kapasitesini ve solma noktasını etkileyen ortak faktörlerden etkilenmektedir (Schachtschabel ve ark., 1993). Çizelge 1.'de görüldüğü üzere hasat sonrası yarayışlı su miktarında uygulamalar arasında belirgin bir fark saptanmamakla birlikte, kompost uygulamaları ile hasat sonrası yarayışlı su miktarında ekim öncesi yarayışlı su miktarına göre artışlar saptanmıştır. Hasat sonrası yarayışlı su miktarındaki artışlar en çok A4 ve A5 uygulamalarında elde edilmiştir. Kimyasal gübre uygulamasında (A6) hasat sonrası yarayışlı su miktarında belirgin bir fark olmadığı saptanmıştır. A0 parselinde ise 0-15 cm derinlikte yarayışlı su miktarında değişim olmadığı, 15-30 cm derinlikte %10 azalma olduğu görülmüştür.

yeterli havalanma koşullarına sahip olamaz ve suyun toprak içerisine girişi ve hareketi de sınırlanmış olur. Bu nedenle killi topraklarda hacim ağırlığının düşürülmesi çok önemlidir. Organik materyaller hacim ağırlıkları düşük olduğundan toprak yapısının gelişmesinde olumlu rol oynarlar ve uygulandıkları toprakların hacim ağırlıklarını azaltırlar. Çiftlik gübresi ve yeşil gübre toprağın hacim ağırlığını azaltmakta, suya dayanıklı agregat miktarını arttırmaktadır (Havanagi ve Mann, 1970).

Çizelge 2'de görüldüğü üzere deneme konularının tümünde hasat sonrası hacim ağırlığı değerleri azalmıştır. Kompost uygulanan parsellerde hacim ağırlığı değerleri, kontrol ve kimyasal gübre uygulanan parsellere göre daha düşük bulunmuştur. Denemede kompost uygulamalarının kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarına göre hacim ağırlığını daha fazla azalttığı saptanmıştır. Bu etkinin

Kullanılan Kompostun Hacim Ağırlığı ve Porozite Değerleri Üzerine Etkisi: Killi topraklarda bitki kökleri kolayca gelişemez ve

Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi

Çizelge 2. Ekim öncesi ve hasat sonrası toprakların hacim ağırlığı ve porozite değerlerinde değişimler

Uygulamalar	Derinlik (cm)	Ekim Öncesi H.A g/cm ³	Hasat Sonrası H.A g/cm ³	Uygulama ile Sağlanan Azalma (%)	Ekim Öncesi Porozite (%)	Hasat Sonrası Porozite (%)	Uygulama ile Sağlanan Artış (%)
A0	0-15	1.45±0.03	1.43±0.03	1.37	45.4±0.2	46.1±0.4	1.38
	15-30	1.52±0.02	1.44±0.01	1.36	44.7±0.8	45.6±0.8	1.87
A1	0-15	1.51±0.02	1.31±0.11	13.24	46.6±0.6	49.6±0.6	6.44
	15-30	1.41±0.02	1.26±0.06	10.63	48.1±0.9	52.3±0.8	8.51
A2	0-15	1.53±0.01	1.28±0.06	16.33	47.0±0.9	51.8±0.8	10.10
	15-30	1.41±0.02	1.34±0.06	4.96	46.2±0.3	49.2±0.7	6.44
A3	0-15	1.52±0.06	1.34±0.09	11.84	45.8±0.8	49.4±0.8	7.75
	15-30	1.42±0.02	1.34±0.01	5.63	46.2±0.8	49.4±0.4	7.08
A4	0-15	1.51±0.05	1.34±0.07	11.25	44.6±0.4	49.5±0.3	10.98
	15-30	1.50±0.03	1.39±0.04	7.33	44.5±0.3	47.9±0.7	7.52
A5	0-15	1.49±0.05	1.34±0.08	10.06	46.7±0.4	50.2±0.7	7.38
	15-30	1.53±0.02	1.38±0.04	9.80	43.9±0.7	47.8±0.6	9.05
A6	0-15	1.44±0.04	1.40±0.05	2.77	46.3±0.5	46.9±0.6	1.49
	15-30	1.46±0.01	1.43±0.00	2.05	44.0±0.4	45.9±0.2	4.31

%16.33 ile en fazla A2 uygulamalarında elde edildiği, en az etkinin ise %1.36 ile A0 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Benzer çalışmada Dogan, (2000), çöp kompostu ve ahır gübresi uygulamalarının hacim ağırlığını hafifçe düşürdüğünü bildirmiştir. Porozite topraklarda su ve hava geçirgenliği açısından önemli bir fiziksel özelliktir. Özellikle bitki kök gelişimi için porozite değerinin yüksek olması istenir. Yapılan araştırmada kompost uygulaması porozite üzerinde önemli miktarda artışa neden olmuştur. Kompost uygulaması ile toprak profilindeki sıkışıklık önemli ölçüde azaltılmıştır. Kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarında ile porozitede elde edilen artışlar, kompost uygulanan parsellere göre belirgin olarak düşük bulunmuştur. Kompost uygulaması ile porozitede sağlanan en yüksek artış %10.98 ile A4 parselinde, en düşük artış ise %1.38 ile A0 parselinde tespit edilmiştir. Bu bulgular Şahin (1989) ve Yeşilsoy ve ark. (1993) tarafından bulunan sonuçlarla desteklenmektedir.

Kullanılan Kompostun Saturasyon Üzerine Etkisi: Uygulanan kompostun saturasyon

değerleri üzerine çok önemli etkisi olmamakla beraber kompost uygulaması ile saturasyon yüzdesinin düştüğü görülmektedir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi en yüksek azalış A3 parsellerinde 0-15 cm toprak derinliğinde %2.66 olmuştur. Saturasyon yüzdesinde en düşük azalma ise A0 parselinin 0-15 cm toprak derinliğinde saptanmıştır (%0.39).

B. Denemede kullanılan Kompostun Susam Verim ve Bazı Bitki Özelliklerine Etkisi

Susam Verimi: Deneme parsellerine uygulanan tarımsal artık kökenli kompost materyali, susam bitkisinin verimini önemli ölçüde arttırmıştır. Bu durum organik gübrelerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliğini artırması ile açıklanabilir. Verim kompost materyalinin uygulanmadığı Kontrol (A0) parselinde 46.20 kg/da olmuştur. Bunun yanında kimyasal gübrenin uygulandığı A6 parselinde verim 78.21 kg/da iken, en yüksek verim dekara 2 ton kompostun uygulandığı A2 parselinden elde

Harran Ovası'nda Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının Toprağın Fiziksel Özellikleri ve Susam Verimi Üzerine Etkisi

Çizelge 3. Ekim öncesi ve hasat sonrası toprakların saturasyon değerlerinde değişimler

Uygulamalar	Derinlik (cm)	Ekim Öncesi Saturasyon (%)	Hasat Sonrası Saturasyon (%)	Uygulama ile Azalma (%)
A0	0 -15	63,0±2.65	64,0±1.00	0,39
	15 -30	64,6±1.53	64,3±1.53	0,46
A1	0 -15	65,3±0.58	64,3±2.31	1,53
	15 -30	64,3±1.15	60,6±1.15	1,08
A2	0 -15	66,4±2.65	62,6±1.15	1,20
	15 -30	68,3±1.15	63,3±2.08	1,46
A3	0 -15	65,6±1.53	63,6±1.53	2,66
	15 -30	66,3±2.89	65,3±1.65	1,50
A4	0 -15	68,3±1.53	64,6±2.52	2,48
	15 -30	65,6±2.52	62,6±1.53	2,51
A5	0 -15	66,3±1.53	63,3±1.48	2,33
	15 -30	61,6±2.52	59,3±1.15	2,11
A6	0 -15	68,0±1.00	68,6±0.56	0,88
	15 -30	67,6±0.58	68,3±0.58	0,44

Çizelge 4. Susam Verim Değerleri

	Uygulamalar						
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ortalama Verim (kg/da)	46.2±1.2	63.1±2.6	80.5±1.5	68.0±1.3	63.5±3.2	62.5±1.7	78.2±1.2
A0 Uygulamasına göre sağlanan % artış		36.8	74.5	47.4	37.6	34.4	69.5

edilmiş olup 80.55 kg/da'dır. Uygulanan kompost dozları kontrolle (A0) karşılaştırıldığında en yüksek artışı A2 uygulaması göstermiştir ve bu artış % 74.5 olmuştur, en düşük artışta % 34.4 ile A5 uygulamasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.). Görüldüğü üzere, kompostun 2 ton/da uygulaması yöre şartlarında uygulanan kimyasal gübre uygulaması ile benzer hatta biraz üstünde verim vermiştir. Bu sonuç kompostun sadece besin elementleri içeriği ile ilgili olmayıp, bunun yanında toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerini de iyileştirmesi ile ilgilidir.

Kompostun 2 ton/da üzerindeki uygulamalarında ise verim A2 parselinde düşük olmakla beraber kontrol parselinde oldukça yüksektir. Bu sonuç kompostun toprak yapısını iyi yönde değiştirdiği, fakat 2 ton/kg üzerindeki kompost uygulamalarında kompost miktarının artışı ile bu iyi yönde değişimde azalma olduğuna işaret etmektedir. Bu sonuç, ideal dozdan yüksek kompost uygulamalarında, kompostun uygulandığı erken dönemde, muhtemelen malç oluşumuna bağlı olarak toprak özelliklerinde sağlanan iyileşmede azalma olabileceğine işaret etmektedir. Benzer bir çalışmada, Erhart ve

ark.(2005), 10 yıl sürdürdükleri araştırmalarında, yılda 9, 16, 23 ton/ha kompost uyguladıkları patates ve farklı buğdaygillerde verim artışının 10 yıllık ortalamasının sırasıyla % 8, 7, 10 olduğunu bildirmişlerdir. Yine kompostla ilgili yapılan başka bir çalışmada Almaca ve Polat. (2008), ikinci ürün mısır-buğday rotasyonunun uygulandığı araştırmada, yıllar itibarı ile alınan verimler incelendiğinde kompostun verim üzerinde birinci ve ikinci yılda etkili olduğu, üçüncü yılda ise etkisini kaybettiği görülmüştür. Bu nedenle bir defada uygulanan 3-4- 5 ton/da kompostun üç üretim periyodu (ikinci ürün mısır+buğday+ ikinci ürün mısır rotasyonu) boyunca etkili olduğu, önerilen suni gübreye eşdeğerde verim elde edildiği ve işletme imkanları, toprağın sürdürülebilirliği ve çevre kirliliği de dikkate alınarak üç üretim dönemi için 3 ton kompost /da uygulamasının önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Değişik kökene sahip organik materyallerden oluşan kompostun farklı dozlarının susam verimi ve toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, en yüksek verim 2 ton kompost/da uygulamasında elde edilmiş (80.6 kg/da) olup bunu kimyasal gübre uygulaması izlemiştir (78.2 kg/da). En düşük verim ise 46.2 kg/da ile kontrolden elde edilmiştir.

Kompostun farklı dozlarının toprak özellikleri üzerine etkisinin olumlu yönde ve farklı düzeylerde olduğu görülmüştür. Kompost uygulamaları ile tarla kapasitesi su içeriğinde önemli artışlar belirlenmiştir. Tarla kapasitesinde en yüksek artış 2 ton/da kompost uygulamasında gerçekleşmiştir. Kimyasal gübre ve kontrol uygulamalarında hasat sonrası tarla kapasitesinde belirgin farklılık görülmemiştir.

Sonuçlar kompost uygulaması ile solma noktasında artış olduğunu göstermektedir. Solma noktasının yükselişi önce kompost miktarının artışına paralel olarak seyretmiş, solma noktasında elde edilen bu artış 4 ton/da ve üzerindeki uygulamalarda azalmaya başlamıştır. Solma noktasında kompost uygulamasının neden olduğu en yüksek artış %3.2 ile A2 uygulamasında saptanmıştır. A0 uygulamasında solma noktasında belirgin bir farklılık

gözlenmezken, kimyasal gübre uygulanan A6 uygulamasında hasat sonrası solma noktasındaki artış %2 civarında seyretmiştir.

Kompost uygulamaları ile hasat sonrası yarayışlı su miktarında ekim öncesi yarayışlı su miktarına göre artışlar saptanmıştır. Hasat sonrası yarayışlı su miktarındaki artışlar en çok A4 ve A5 uygulamalarında elde edilmiştir. A6 uygulamasında hasat sonrası yarayışlı su miktarlarında belirgin bir fark olmadığı, A0 uygulamasında ise 0-15 cm derinlikte yarayışlı su miktarında değişim saptanmazken, 15-30 cm derinlikte %10 azalma olduğu görülmüştür.

Deneme sonunda, araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığı değerlerinde genel bir azalma görülmüştür. Fakat kompost uygulanan parsellerde hacim ağırlığındaki bu azalma diğer uygulamalara göre belirgin şekilde fazla olmuştur. Artan kompost dozlarına bağlı olarak, hacim ağırlığı değerleri hasat sonrasında üst katmanlarda düzenli bir azalma eğilimi göstermiş olup, en fazla azalma %16.33 ile A2 uygulamasında, en düşük azalma ise %1.36 ile A0 uygulamasında tespit edilmiştir.

Uygulanan kompost materyalinin toprak porozitesini önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir. Uygulanan kompost ile toprak porozitesinde sağlanan en yüksek artış A4 uygulamasında (%10.98), en düşük artış ise %1.38 ile A0 uygulamasında tespit edilmiştir. Kimyasal gübre uygulaması yapılan A6 parselinde porozitedeki artış 0-15 cm derinlikte A0 parselinde saptanan artışa benzerlik göstermiş olup (%1.49), 15-30 cm derinlikte ise porozitedeki artış daha yüksek (%4.31) olmuştur. Yapılan araştırma kısa süreli olmasına rağmen, yapılan benzer araştırmalarda saptandığı gibi, kompostun toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine olumlu bir etki yaptığı gözlenmiştir. Ancak uygulanan organik materyallerin artık etkilerinin daha belirgin bir şekilde görülebilmesi için uzun süreli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Özellikle GAP Bölgesi gibi organik maddesi az ve ağır bünyeli topraklarda ikinci ürün susam tarımında kompost uygulamalarının hem toprak özelliklerinin geliştirilmesi hem de kompostun içerdiği besin elementleri sayesinde susam veriminde kimyasal gübre ile sağlanan artışlara yakın artışlar elde edilebilmesinin mümkün

olduğu saptanmıştır. Ülke çapında değerlendirilmeyen birçok organik materyalin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltici potansiyele sahip olduğu ortaya konmuştur.

Ülkemizde tarımsal hasat artıklarının büyük bir kısmı maalesef saman veya yakacak olarak değerlendirilmektedir. Bazen de arazideki tarımsal artıklar yakılarak yok edilmektedir. Bu şekildeki çözüm, bazen büyük çaplı yangınlara neden olabilmekte ve her yıl hektarlarca alanın yanması söz konusu olmaktadır. Yanan alanlarda toprak organik maddesi ve biyolojik aktivitenin yokolması toprakların verimini düşürmekte ve izleyen yıl daha çok gübre kullanımını gerektirmektedir.

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde organik tarımsal ürünlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan bu araştırma ile, tarımda kompost kullanımı ile hem ürünlerin kimyasal gübre uygulaması ile elde edilen verime benzer bir verimle fakat organik olarak üretilebileceğini, hem de kimyasal gübre kullanılmadığından dolayı üreticilere ve ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Bu nedenlerden dolayı, çevre kirlenmesine yol açan dolayısıyla bitki, hayvan ve insan sağlığını tehdit eder seviyelere ulaşan yoğun kimyasal gübre kullanımlarının azaltılması, toprakların korunmasını ve sürdürülebilirliğini sağlayacak olan kompost ve benzeri organik kökenli gübre kullanımının artırılması yönünde çiftçileri teşvik eden düzenlemelere acilen ihtiyaç vardır

Kaynaklar

- Başçetinçelik, A. 2005. Türkiye'de Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi Sayfa:6 Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(1):117-123-Adana
- Doğan, K., 2000. Antakya şehir çöplerinden elde edilen kompostun toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile domateste verime etkisi. Yüksek Lisans Tezi, MKÜ Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı, 68 sayfa, Antakya.
- Erhart, E., Hartl, W., Putz B., 2005. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. European J. of Agronomy, 23 305-314.

- Havanagi, G.V.J, Mann, H.S., 1970 .Effect of rotations and continuous application of Manures and fertilizers on soil properties under dry farming conditions.J.IndianSoc.Soil.Sci.18,45-REG.Res.Stn.Mandya;Mysore.India.
- Polat, H., Almaca, N.D., 2006-Harran Ovasında Tesviye Yapılan Arazilerde Kompost Ve Yeşil Gübre Uygulamasının Toprak Özellikleri Ve Pamuk Verimine Etkisi – Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları-Şanlıurfa
- Schachtschabel, P., Blume, P, Brummer, G., Hartge, K. H., Schvvertmann, U., 1993. Composting. Soil Science. CIP., 815 p.
- Şahin, H. and Kowald, R, 1989. Die moglichkeiten dei abfallvermeidung-venwertung und beseitigung in deu bundesreublik Deutschland. Enviromqnmnt. 89: 91-96
- Şelli, F., Sağlam, R., Çıkman, A., Polat, R., 2001. Harran Ovasında II. Ürün susamda toprak işleme ve ekim yöntemlerinin teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılması. Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, yayın No:114.
- Ward, Ad., Elliot, W.J., 1995. Environmental Hydrology. CRC. Lewis Publishers. New York. Chater:3, p, 81-85.
- Yeşilsoy, M.Ş., Aydın, M., Çolak, AK., Kaplankıran, M., 1993. Turunçgil bahçelerinde yeşil gübre uygulamalarının toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkileri. Doğa Tr. Of Aricultural and Forestry, 17.61-75.



Görünür ve Yakın Kızılötesi Spektrofotometre Kullanılarak Toprak pH'sının Belirlenmesi

Zeynal TÜMSAVAŞ¹

Özet : Bu çalışma, fiber optik ölçüm yapan görünür ve kızılötesi (Vis-NIR) spektrofotometrenin toprak pH'sının belirlenmesinde kullanım olanağının araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Türkiye'nin Bursa ilinden ve İngiltere'deki tarım arazilerinden 0–20 cm toprak derinliğinden alınan toplam 272 toprak örneği üzerinde toprak pH'sının belirlenmesi için laboratuvarında spektrofotometrik yansımaya değerleri ölçülmüştür. Yansımaya değerleri kısmı en küçük kareler (partial least square-PLS) regresyon analizine tabi tutulmadan önce tesadüfî olarak yansımaya değerlerinin % 70'i kalibrasyon seti, % 30'u ise doğrulama seti olarak bölünmüştür. Spektrofotometreden elde edilen yansımaya değerlerine çapraz doğrulamalı (full cross-validation) PLS regresyon analizi uygulanarak toprak pH'sı için model oluşturulmuştur. Yapılan istatistik analiz sonucunda oluşturulan modele ait regresyon değeri (R^2) 0.69, ortalama karesel hata (RMSEP) % 0.70 ve artık tahmin sapması (RPD) 1.414 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre toprak pH'sının tahmin edilme performansı için elde edilen modelin başarısının orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler : PLS regresyon analizi, Toprak pH, Vis-NIR spektrofotometre, Yansımaya.

Determination of Soil pH Using Visible and Near-Infrared (Vis-NIR) Spectrophotometry

Abstract : This study was conducted to investigate probability of using a fiber-type visible and near infrared (Vis-NIR) Spectrophotometry in determination of soil pH. The diffuse reflectance spectra of 272 soil samples from 0-20 cm soil depth of agriculture lands in Bursa province of Turkey and the United Kingdom were measured to determine soil pH in laboratory. Before the partial least square (PLS) analysis of reflectance spectra values, entire reflectance spectra values were randomly split into calibration (70%) and validation (30%) sets. A model for prediction of soil pH from reflectance spectra values obtained from the spectrophotometry was established by using partial least squares (PLS) regression analyses with full cross-validation. Regression value (R^2), root mean square error of prediction (RMSEP), and residual prediction deviation (RPD) of established model were found to be 0.69, 70 %, 1.414 respectively. Result demonstrated that the success of the model in prediction for soil pH was moderate level.

Keywords : PLS regression analysis, soil pH, Vis-NIR spectrophotometry, reflectance

Giriş

Tarımsal üretimde temel amaç ekonomik etkinliği artırmaktır. Ekonomik etkinliğin sağlanması için ise tarımsal üretim ortamının ana unsuru olan toprağın ve tarımsal girdilerin uygun, doğru, dengeli kullanılması ve

yönetilmesine bağlıdır. Dünya nüfusu giderek artarken tarım yapılabilecek alanların sınırları her geçen gün daralmaktadır. Bu durum toprak kaynaklarının daha dikkatli bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Geleneksel tarımda toprak yönetimi, üretim ortamının

¹ U.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Görükle Kampüsü 16059 Nilüfer-Bursa

tekdüze bir şekilde ele alınıp işletilmesiyle yapılmaktadır. Ancak tarımsal arazilerin fiziksel ve coğrafi değişkenlikleri toprak yönetiminin etkilerini sınırlamaktadır. Tarımsal üretimin gerçekleştiği arazilerde en önemli değişkenlerden birisi toprak özellikleridir. Heterojen bir yapıya sahip olan ve bir arazi içerisinde dahi toprak özellikleri bakımından büyük değişkenlik gösteren toprakların, konumsal yerlerine özgü olarak yapılacak toprak yönetim uygulamalarıyla tarımsal üretimin temel amacına ve toprakların potansiyel verimliliklerine ulaşılabilir. Üreticiler her ne kadar tarlalarının değişik bölümlerinden farklı miktarlarda ürün aldıklarını veya farklı toprak bünyesine sahip olduklarını bilseler de, bu bilgiyi üretime dönük olarak değerlendirememektedirler (Vatandaş ve ark., 2005).

Toprakta gerçekleşen süreçler ve mekanizmaları tam olarak anlamak zor ve karmaşıktır. Birçok geleneksel toprak analiz yöntemleri toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bireysel toprak bileşenleri arasında ilişkiyi kurmak için kullanılmaktadır. Ancak çoğu zaman toprakların karmaşık yapıları ve toprağı oluşturan çok sayıdaki bileşenlerin karşılıklı etkileşimleri göz ardı edilmektedir. Toprağı daha verimli kullanabilmek ve aynı zamanda gelecek nesiller için koruyabilmek bakımından bütün bir sistem ve doğal bir kaynak olarak toprağı daha iyi anlayabilmek, değerlendirebilmek ve izleyebilmek için analiz yöntemlerinin geliştirilmesine ve modern teknolojilerin kullanım olanaklarının araştırılmasına gereksinim vardır (Viscarra Rossel ve ark. 2006; Feyziyev ve ark., 2016).

Toprakların verimlilik düzeyleri üzerine birçok toprak özelliği etkilidir. Bu özelliklerden birisi de toprak pH'sıdır. pH, toprakta besin elementlerinin yarıyışlılığını, anyon ve katyon dengesini, toprak yapısını, mikrobiyel canlıların çeşidini ve faaliyetleri ve bitki gelişimini önemli derecede etkilemektedir. Toprak pH'sının belirlenmesinde genel olarak değişik oranlı toprak-su ya da toprak-tuz çözeltisi süspansiyonları, doygunluk ekstraktı ve doygunluk çamuru gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler genel olarak

zaman alıcı, pahalı, fazla miktarda işgücü ve kimyasal madde kullanımını gerektirebilmektedir. Bu da analizin etkin ve yaygın kullanımını azaltmakta, maliyetini ise artırmaktadır. Bu yüzden toprak pH'sının belirlenmesinde hızlı, ucuz ve kolay alternatif yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Janic ve ark. (1998), spektroskopik yöntemlerin [görülür (Vis), yakın kızılötesi (NIR) ve orta kızılötesi spektrofotometre (MIR), nükleer magnetik rezonans (NMR), kütle spektrofotometre (MS)] geleneksel laboratuvar toprak analiz yöntemlerinin yerini almak için olası alternatif yöntemler olarak dikkate alınabileceğini belirtmişlerdir. Bu yöntemlerin çoğu incelenen materyal üzerinde herhangi bir bozucu veya tahrip edici bir etki yapmaması nedeniyle toprak sisteminin temel bütünlüğünün korunmasını mümkün kılar. Spektroskopik yöntemler çabuk, kısa zamanda sonuç alınan, ucuz, örneğin analiz edilmesi için hazırlanmasında ön işlem ve kimyasal ekstraksiyon çözeltisi gerektirmemesi nedeniyle geleneksel toprak analiz yöntemlerine göre önemli avantajlar sağlar. Vis-NIR spektrofotometrik yöntemin geleneksel toprak analizlerinden daha kolay ve ayrıca daha doğru sonuç verebildiği belirtilmektedir (Viscarra ve ark. 2006). McCauley ve ark. (1993), toprak organik karbonunun analizinde görünür spektroskopik yöntemin geleneksel dikromate yöntemine göre daha doğru sonuç elde edilebildiğini ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada, toprak pH'sı ve kireç gereksiniminin tahmin edilmesinde kullanılan orta kızılötesi-kısmi en küçük kareler (MIR-PLS) yönteminin hassasiyetinin geleneksel analiz yönteminden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Viscarra Rossel ve ark., 2001). Spektroskopik yöntemlerin bir başka avantajı, arazideki kullanımlarda hareket halindeki tarım araçlarına monte edilebilme ve uyarlanabilme potansiyeline sahip olmasıdır. Bu durum önemli avantajları da beraberinde getirmektedir. Spektroskopik yöntemler, Dünyanın bir çok ülkesinde giderek yaygınlaşan hasas tarım, çevresel izleme ve modelleme çalışmalarında kullanılmakta olan konumsal toprak verilerinin daha geniş alanlarda etkin kullanılmasına,

kaliteli ve ucuz maliyetle verilerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma, fiber optik ölçüm yapan Vis-NIR spektrofotometrenin toprak pH'sının belirlenmesinde kullanım olanağının araştırılması amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Toprak örneklerinin alınması ve kimyasal analizi

Türkiye'nin Bursa ilinden farklı arazi kullanım türlerinin bulunduğu tarım topraklarının 0-20 cm toprak derinliğinden 150 toprak örneği, İngiltere'de ise değişik bölgelerindeki tarım, orman ve çim alanlarından aynı derinlikten alınan 122 toprak örneği olmak üzere toplam 272 ayrı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Arazide her bir noktadan alınan toprak örnekleri iki ayrı kısma bölündükten sonra toprak örneğinin bir bölümü, spektrofotometrik okumalarda kullanılmak için üzerine arazi bilgilerinin etiketlenerek yazıldığı kapaklı plastik kutulara konulmuş ve nem kaybı olmayacak biçimde ağız kapatılarak örnekleme zamanından analizin yapılacağı zamana kadar laboratuvardaki soğutucuda +4°C'de depolanmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda örneklerin bu şekilde birkaç hafta depolanabileceği belirtilmektedir (Reeves ve Van Kessel, 2000). Daha sonra bu örnekler optik ölçümler için İngiltere'nin Cranfield Üniversitesine gönderilmiştir. Toprak örneğinin diğer bölümü ise naylon plastik torba içine konarak etiketlenmiş ve laboratuvara nakledilmiştir. Bu örnekler laboratuvarda atmosfer koşullarında gölgede serilerek hava kuru hale gelinceye kadar kurutulmuş ve 2 mm delik çapına sahip elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra bu toprak örnekleri saf su ile muamele edilerek doygunluk çamurları hazırlanmış ve bir cam elektrotlu 720 A model pH'metre kullanılarak toprak reaksiyonu (pH) ölçülmüştür. (U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Türkiye ve İngiltere toprak örneklerinin pH değerlerine ilişkin bazı istatistiksel bilgileri çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Türkiye ve İngiltere toprak örneklerinin pH değerlerine ilişkin bazı istatistiksel bilgileri

İstatistik	pH
Minumum	3.60
Maksimum	8.10
Ortalama	5.90
Standart sapma	1.22

Optik ölçüm

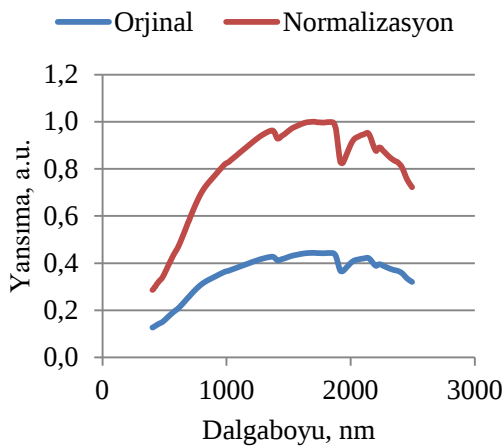
Toprak örneklerine ilişkin yansıma değerlerinin ölçümünde Vis-NIR fiber optik ölçüm yapan spektrofotometre (350-2500nm) (LabSpec2500 Near Infrared Analyzer, Analytical Spectral Devices, Inc, USA) kullanılmıştır. Spektrofotometre 350–1000 nm dalga boyunda bir Si ve 1000–1800 nm ile 1800–2500 nm dalga boyu için 2 Peltier soğutmalı InGaAs (Indium gallium arsenide) algılayıcı kullanılmıştır. Cihazın örnekleme aralığı 1nm olmakla birlikte spektral çözünürlük 700 nm dalga boyuna kadar 3 nm ve 1400–2100 nm dalga boyları aralığında 10 nm'dir.

Vis-NIR absorpsiyon spektrometresi yansımalarının doğru sonuçlar vermesindeki en önemli aşama yansıma değerlerinin alınmadan önce toprak örneklerine uygulanan ön işlemlerdir. Burada uygulanan ön işlemler kurutma, ezme - ufalama ve elekten geçirme işlemleridir. Ön işlemlerde herhangi bir kimyasal kullanılmaması ve ölçümlerin birkaç saniye gibi hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi bu yöntemin avantajlı yönlerinden birini teşkil etmektedir (Stenberg ve ark., 2010). Spektra ölçümleri alınmadan önce her bir toprak örneği kurutma, ezme – ufalama işleminden sonra 2 mm çaplı bir elekten geçirilerek plastik kaplara konulmuş ve yüzey bir spatula ile düzeltilmiştir. Plastik kap içerisindeki toprak örnekleri spektrofotometrenin yüksek yoğunluklu ışın kaynağı ile doğrudan temas edecek biçimde yerleştirilmiştir. Her bir toprak örneği için 3 ayrı spektrometre ölçümü yapılarak değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Yansıma değerlerinin istatistiksel analizi

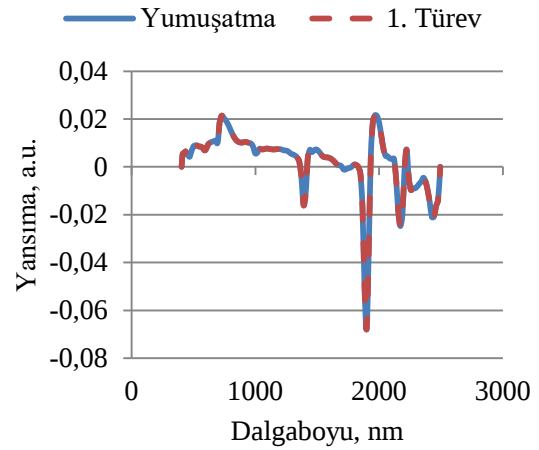
Ön işlem sonucu elde edilen toprak pH'sı referans değerleri ile spektral yansıma

değerlerinin karşılaştırılarak istatistiksel analizlerinin yapılması ve model oluşturulması gerekmektedir. İstatistik analizlerin uygulanması ve model oluşturmada The Unscrambler® (Version 9.8, Camo A/S, Oslo, Norway) paket programı kullanılmıştır. Yansıma değerlerinden daha iyi bir model oluşturabilmek amacı ile yansımalar istatistiksel ön işlemlere tabi tutulmuşlardır. Yansıma verilerine farklı ön işlemler uygulanarak en iyi regresyon sonucunu elde edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan spektrofotometrede elde edilen dalga boyları 350 – 2500 nm'dir. Ön işlem dalga boyu sayısının azaltılması (Reducing) ile başlamaktadır. Bunun için ölçüme başlanan 350 – 400 nm değerleri gürültü (noise) azaltma amacı ile çıkarılmışlardır. Daha sonra 400-700 nm dalga boyu arasındaki görünür (Vis) spektrumların her sekiz verinin, 700-2500 nm dalga boyu arasındaki yakın kızılötesi (NIR) spektrumların ise her 17 verinin ortalaması alınarak gruplandırılmış böylece analize tabi tutulacak veri sütunu 147 ile sınırlandırılmıştır. Dalga boyu sayısı belirlendikten sonra verilere sırasıyla normalizasyon, Savitsky-Golay 1. Türevi (Savitsky ve Golay, 1964) ve yumuşatma işlemleri uygulanmıştır. Orijinal yansıma değerlerine normalizasyon ön işlemi uygulanması sonucunda elde edilen veri grafiği Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Orijinal veriler ve normalizasyon işlemi sonucu elde edilen verilere ait grafik

Yansıma verilerinin düzensizliklerini giderme de 1. dereceden türev alınması bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Yumuşatma işlemi ise pozitif ve negatif tepe noktalarının düzeltilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Normalizasyon işlemi takiben, yansıma verilerine uygulanan Savitsky-Golay 1. türev ve yumuşatma sonucunda elde edilen verilere ilişkin grafik Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. türev ve yumuşatma işlemi sonucu elde edilen verilere ait grafik

Model oluşturma

Bir çok literatürde farklı çoklu değişken (multivariate) yöntemlerinin yansıma değerlerine ilişkin istatistiksel analizlerde kullanılabileceği belirtilmiş olsa da kısmi en küçük kareler (Partial least square, PLS) yönteminin daha yüksek ilişkili sonuçlar verdiği farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Chang ve ark., 2001; Bögrekci ve Lee, 2004; Mouazen ve ark., 2006). PLS yönteminde aralarında çoklu doğrusal bağlantı olan açıklayıcı değişkenler, algoritmalar yardımıyla hem bağımlı değişkendeki değişimi hem de açıklayıcı değişkenlerdeki değişimi açıklayabilmektedir (Bulut ve Alın, 2009). Model oluşturma başlangıç aşaması, örnek spektralleri %70-80 kalibrasyon ve % 20-30 doğrulama gruplarına bölmektir. Bu işlemden sonra kalibrasyon grubu farklı istatistiksel

yöntemlere tabi tutularak R^2 değeri hesaplanmaktadır. Doğrulama grubu ile kalibrasyon grubu arasında bağımsız geçerlilik sınaması (Cross-validation) uygulanarak kalibrasyon modeli ortaya çıkması hedeflenmektedir. Toprak pH'sının belirlenmesi için yapılan bu araştırmada toprak örneği ilişkin spektraların % 70'ini kalibrasyon grubunda (190 örnek), % 30'u (82 örnek) ise doğrulama grubunda kullanılmak üzere toplam 272 toprak örneği içerisinde rastgele seçilerek gruplar oluşturulmuştur.

Modelin istatistiksel değerlendirilmesi

Kalibrasyon modeli doğruluğunun belirlenmesinde R^2 değeri tek başına yeterli olmamaktadır. Bu amaçla başvuru olarak değerlendirilen ortalama karesel hata (root mean square error of prediction, RMSEP) (Eş.1) ve artık tahmin sapması (residual prediction deviation, RPD) (Eş.2)'nin modelin geçerliliğine ait bir gösterge olarak R^2 ile birlikte değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir (Viscarra Rossel ve ark., 2006).

$$RMSEP = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n} \right]} \quad (\text{Eş. 1})$$

Burada;

n: veri sayısı,

d: Referans ölçüm ve tahmin değerleri farkı

$$RPD = \frac{\text{Standart Sapma}}{RMSEP} \quad (\text{Eş. 2})$$

Tarımsal analizlerde başarılı bir ilişkilendirme için R^2 değeri $R^2 > 0.95$ ve RPD değeri $RPD > 5$ birlikteliğinin gerçekleşmesi beklenmektedir. Ancak toprak gibi çok fazla faktörün etken olduğu durumlarda bu sonucun elde edilmesi zorlaşmaktadır. RPD değerlerine bağlı olarak modelin değerlendirilmesi Çizelge 2'deki sınıflandırma sistemine göre yapılmaktadır (Viscarra Rossel ve ark., 2006).

Çizelge 2. RPD değerlendirmesi *

RPD	Model/Tahmin	Uygulama
<1.0	Çok zayıf	Uygun değil
1.0-1.4	Zayıf	Sadece düşük ve yüksek değerlerde gözönüne alınabilir
1.4-1.8	Orta	Değerlendirme ve korelasyon
1.8-2.0	İyi	Nicel değerlendirme mümkün
2.0-2.5	Çok iyi	Nicel model/tahmin
>2.5	Mükemmel	Mükemmel model/tahmin

*Viscarra Rossel *et al.* (2006)'dan derlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tahmin edilmesinde Vis-NIR spektrometre yansıma sonuçlarından yararlanılmasına yönelik çalışmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Bu araştırmada da topraktaki toprak pH değerinin tahmin edilmesine yönelik spektrometre yansıma değerleri incelenmiştir. Yapılan istatistiki analiz değerlendirmeye ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de sunulmuştur. 272 noktadan alınan toprak örneklerinin laboratuvarında ölçülen toprak pH'sı analiz sonuçları spektrometre yansıma sonuçları ile karşılaştırılarak tahmin edilebilirlik durumu incelenmiştir.

Çizelge 3. Toprak pH'sının tahmini istatistikleri

İstatistik	Sonuç
R^2	0.687
Standart Hata	0.496
Standart Sapma	0.989
Ortalama Karesel Hata (RMSEP)	0.700
Artık Tahmin Sapması (RPD)	1.414
Eğim (slop)	0.54

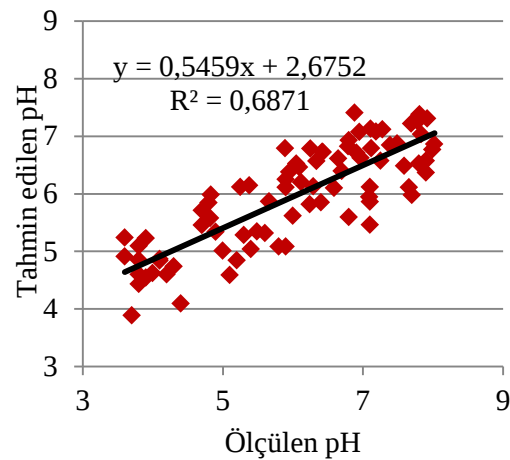
Elde edilen istatistiksel sonuçlara göre toprak pH'sının tahmin edilmesinde R^2 değeri 0.69 ve RPD değeri 1.414 olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Bu değerler, çizelge 2'de verilen RPD değerlendirme sınıflandırma sistemine göre toprak pH'sının tahmin edilme performansı için

elde edilen modelin başarısının orta düzeyde bir korelasyon olduğu göstermektedir. Wenjun ve arkadaşlarının (2014) bildirdiğine göre, Phil (2003) ve Woulter (2005), R^2 değeri 0.66-0.81 arasında, RPD değerinin ise 2-2.5 arasında olması durumunda incelenen değişkenin yaklaşık nicel tahminin (iyi tahmin) mümkün olacağını belirtmişlerdir. Azerbeycan'nın Mugan ovası toprak özelliklerinin tahmin edilmesi amacıyla görünür ve yakın kızılötesi spektrofotometre kullanılarak yapılan bir çalışmada elde edilen R^2 değerine göre toprak pH'sının düşük tahmin kalitesinde belirlendiği bulunmuştur (Feyziyev ve ark. 2016). Tekin ve ark. (2013), değişken oranlı kireç önerileri için laboratuvar ve arazide görünür ve yakın kızılötesi spektrofotometre kullanarak toprak pH'sının ölçüm potansiyelini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada toprak pH'sının laboratuvar ve arazide ölçümlerinde mükemmel düzeyde bir tahmin doğruluğunda ($R^2=0.85$, RMSEP=0.18 ve RPD=2.52), arazide yapılan ölçümlerde ise çok iyi bir tahmin doğruluğunda ($R^2=0.81$, RMSEP=0.20 ve RPD=2.14) belirlendiği saptanmıştır. Bundan dolayı araştırmacılar görünür ve kızılötesi ışın spektrofotometrenin toprak pH'sının tahmin edilmesinde başarıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Wenjun ve ark. (2014), arazide ve laboratuvar Vis-NIR spektrofotometre kullanarak çeşitli topraklarında bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada toprak pH'sına ilişkin R^2 değerini 0.82, RPD değerini ise 2.42 olarak bulunduğunu, dolayısıyla bu değerlere bakıldığında toprak pH'sını yaklaşık nicel doğrulukla tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Toprak pH'sı, her ne kadar Vis-NIR ışın bölgesinde doğrudan spectral ışıma karşı tepkisi olmasa da pH ölçümünün, toprak fosforu ve potasyumuna kıyasla daima daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Shepherd ve Walsh, 2002; Cohen ve ark. 2005). Bunun nedeninin ise toprak pH'sının toprak minerallerinin dalga boylarıyla ilişkilerinden kaynaklanabileceği ifade edilmektedir (Viscarra Rossel and Behrens, 2010). Vis-NIR spektrofotometrik algılama teknolojisiyle organik karbon, toprak nem

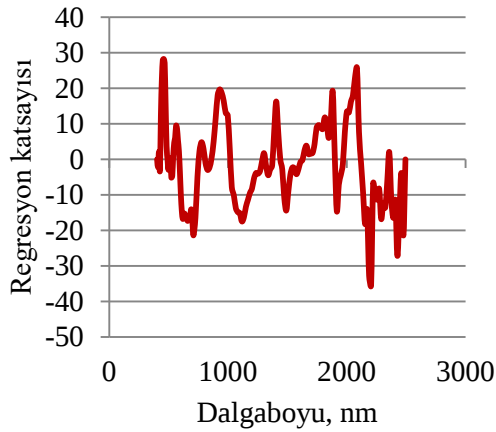
kapsamı, toplam azot ve kil kapsamı gibi önemli toprak özelliklerinin NIR ışın aralığında doğrudan spectral ışıma tepkileri olması nedeniyle doğru ölçümlerinin sağlandığını bir çok araştırmada kanıtlamıştır (Mouazen ve ark., 2007; Stenberg ve ark., 2010; Kuang and Mouazen, 2013). Ancak, NIR ışın aralığında indirekt spectral ışıma tepkili toprak özelliklerinin daha az başarılı ölçümünün sağlandığı belirtilmektedir (González ve ark., 2013; Kodaira, and Shibusawa, 2013). pH'nın NIR ışın aralığında indirekt spektral ışıma sahip olduğunu belirtmektedirler (Stenberg ve ark., 2010).

Doğrulama grubu ile kalibrasyon grubu arasında bağımsız geçerlilik sınavı (Çapraz doğrulama, Cross-validation) uygulanarak kalibrasyon modeli ortaya konmuştur. Doğrulama grubunda kullanılan 82 adet toprak örneğinin laboratuvar ölçülen toprak pH'sı ve tahmin edilen toprak pH'sı değerleri arasındaki regresyon ilişkisi şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Ölçülen toprak pH'sı ve tahmin edilen toprak pH'sı değerleri arasındaki regresyon ilişkisi

Laboratuvar ve ölçülen toprak pH'sı ve tahmin edilen toprak pH'sı arasındaki ilişkiye dayanarak elde edilen regresyon katsayılarının, Vis-NIR spektrofotometreyle ölçülen farklı dalga boylarına göre değişimi şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. Farklı dalga boylarına göre regresyon katsayısının değişimi

Regresyon katsayısı grafiği, toprak pH'sının tahmin edilmesinde önemli olan dalga boylarının tespit edilmesinde faydalanılır (Şekil 4). Bu grafik incelendiğinde özellikle 459 nm, 709 nm, 930 nm, 2086 nm ve 2205 nm dalga boylarında önemli pik noktaları elde edildiği anlaşılmaktadır. Bu pik değerlerinden öne çıkan en önemli dalga boyları ise 460 nm, 2086 nm ve 2205 nm dalga boylarıdır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Vis-NIR spektrometrik yansıma değerlerinin toprak pH'sının belirlenmesinde kullanıma olanağı araştırılmıştır. Spektrofotometreden elde edilen yansıma değerlerine çapraz doğrulamalı (full cross-validation) PLS regresyon analizi uygulanarak toprak pH'sı için model oluşturulmuştur. Yapılan istatistik analiz sonucunda oluşturulan modele ait R^2 değeri 0.69, RMSEP değeri % 0.70 ve RPD değeri 1.414 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre toprak pH'sının tahmin edilme performansı için elde edilen modelin başarısının orta düzeyde bir korelasyon ve değerlendirme olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak yansıma değerlerine etki eden renk, tekstür, nem içeriği gibi pek çok faktörün olduğu düşünülürse bunların etki derecelerinin de değerlendirilebileceği modellerin oluşturulmasına gereksinim vardır. Birçok alanda kullanımı giderek artan spektrofotometrik yöntemler tarım alanında da

değişik toprak özelliklerinin belirlenmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Vis-NIR spektrofotometre ile toprak özelliklerinin belirlenmesi konusunda birçok araştırma yapılmış olmasına rağmen, bu yöntemlerin doğruluğunu ve etkinliğini ortaya koymak ve geliştirmek için farklı iklim, bitki, toprak tipi ve jeomorfolojik koşullarda daha fazla araştırmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca, bu yöntemle incelenen toprak özelliklerine ilişkin veriler esas alınarak hazırlanmış toprak haritalarının referans alınarak toprağa uygulanan tarımsal girdilerin (gübre ilaç, sulama) tarımsal ürün miktarları ve kalitesi üzerine etkilerini ortaya koyacak araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Bogrecki, I., Lee, W.S., (2004) Spectral signatures of common phosphate in soils and their effect on absorbance spectra of soil samples with different phosphorus concentration. ASAE/CSAE Meeting Paper No. 04 3114. ASAE, St. Joseph, MI.
- Bulut, E., Alın, A. (2009). Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Yöntemi Algoritmalarından Nipals ve PLS - Kernel Algoritmalarının Karşılaştırılması ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2):127-138.
- Chang, C.W., Laird, D.A., Mausbach, M.J., Hurburgh, C.R., (2001) Near-infrared reflectance spectroscopy-principal components regression analyses of soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65:480-490.
- Cohen, M.J., Prenger, J.P., DeBusk, W.F. (2005) Visible-near infrared reflectance spectroscopy for rapid, nondestructive assessment of wetland soil quality. *J. Environ Qual.* 34:1422-1434.
- Feyziyev, F., Babayev, M., Priori, S., L'Abate, G. (2016) Using visible-near infrared spectroscopy to predict soil properties of Mugan Plain, Azerbaijan. *Open Journal of Soil Science* 6:52-58.
- González, O.M., Kuang, B., Quraishi, M.Z., Garcaí, M.Á.M., Mouazen, A.M. (2013) On-line measurement of soil properties without

- direct spectral responses in near infrared spectral range. *Soil Till. Res.* 132:21–29.
- Janik, L.J., Merry, R.H., Skjemstad, J.O. (1998) Can mid infrared diffuse reflectance analysis replace soil extractions. *Aust. J. Exp. Agric.* 38(7):681696.
- Kodaira, M., Shibusawa, S. (2013) Using a mobile real-time soil visible-near infrared sensor for high resolution soil property mapping. *Geoderma* 199:64–79.
- Kuang, B., Mouazen, A.M. (2013) Effect of spiking strategy and ratio on calibration of on-line visible and near infrared soil sensor for measurement in European farms. *Soil Till. Res.* 128:125–136.
- McCauley, J.D., Engel, B.A., Scudder, C.E., Morgan, M.T., Elliot, P.W. (1993) Assessing the spatial variability of organic matter. ASAE Paper No. 93-1555, *American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, MI, USA.
- Mouazen, A.M., Karoui, R., De Baerdemaeker, J., Ramon, H., 2006. Characterization of soil water content using measured visible and near infrared spectra. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:1295-1302.
- Mouazen, A.M., Maleki, M.R., De Baerdemaeker, J., Ramon, H. (2007) On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. *Soil Till. Res.* 93:13–27.
- Reeves III, J.B., Van Kessel, J.S. (2000) Determination of ammonium-N, moisture, total C and total N in dairy manures using a near infrared fibre-optic spectrometer. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 8 (2000):151–160.
- Saeyens, W., Mouazen, A.M., Ramon, H. (2005) Potential for onsite and online analysis of pig manure using visible and near infrared reflectance spectroscopy. *Biosyst Eng* 91(4): 393–402.
- Savitzky, A., Golay, M.J.E., (1964) Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures, *Anal. Chem.* 36:1627-1639.
- Shepherd, K.D., Walsh, M.G. (2002) Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. *Soil Sci Soc. Am. J.* 66:988–998.
- Stenberg, B., Viscarra Rossel, R.A., Mouazen, A.M., Wetterlind, J. (2010) Visible and near infrared spectroscopy in soil science. *Adv. Agron.* 107:163–215.
- Tekin, Y., Kuang, B., Mouazen, A.M. (2013) Potential of on-line visible and near infrared spectroscopy for measurement of pH for deriving variable rate lime recommendations. *Sensors* 13(8):10177–10190.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., (1954) Diagnosis and improvement of saline and engineering. “*Soil Survey*” U.S. Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office.
- Vatandaş, M., Güner, M., Türker, U. (2005) Hassas tarım teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 3–7 Ocak, 347–365, Ankara.
- Viscarra Rossel, R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik, L.J. and Skjemstad, J.O., (2001) Proximal sensing of soil pH and lime requirement by mid infrared diffuse reflectance spectroscopy. In: Grenier, G., Blackmore, S. (Eds.), *ECPA 2001, Third European Conference on Precision Agriculture*, vol. 1. Agro Montpellier, pp.497-508
- Viscarra Rossel, R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik, L.J., Skjemstad, J.O., (2006) Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 131:59–75.
- Viscarra Rossel, R.A., Behrens, T. (2010) Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. *Geoderma* 158:46–54.
- Wenjun, J., Zhou, S., Jingyi H., Shuo, L. (2014) In situ measurement of some soil properties in paddy soil using visible and near-infrared spectroscopy. *Plos one* 9(8):1-11.
- Williams, P. (2003) Near-infrared Technology–Getting the Best Out of Light. PDK Grain, Nanaimo, Canada.



Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

Mehmet Ali GÜRBÜZ¹, Tuğçe Ayşe Öz¹

Özet

Ayçiçeği bitkisi, yağlık olarak, ülkemizin batı ve orta kısmında, kuru ve sululu koşullarda yetiştirilse de Trakya yöresinde büyük oranda kuru koşullarda yetiştirilen iki ana münavebe bitkisinden biridir. Bu araştırmada, Trakya Yöresinde, kuru koşullarda; topraktaki amonyum ve nitrat, organik madde, saturasyon ve beklenen verim gibi parametreler, ayçiçeği bitkisinin azotlu gübreleme önerilerinde indeks olarak kullanılma durumu bakımından incelenmiştir.

Bu amaçla, 2013-2014-2015 yıllarında, Trakya Yöresinde, 21 adet tarla denemesi yürütülmüştür. Latin karesi deneme deseninde yürütülen denemelerde; 0 (kontrol), 3, 6, 9 ve 12 kg/da (N) azotlu gübre seviyeleri uygulanmıştır. Deneme öncesi alınan toprak örneklerde, amonyum ve nitrat azotu miktarı, organik madde ve saturasyon belirlenmiştir. Toprak analiz parametreleri ile azotlu gübreleme denemelerinden elde edilen verim sonuçları arasındaki korelasyon ilişkileri kontrol ve regresyonla belirlenen azot değerine göre belirlenmiştir. Belirlenen parametrelerden organik madde, topraktaki nitrat miktarı ve topraktaki amonyum nitrat miktarı ile regresyonla hesaplanan azot miktarı arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ayçiçeği, azotlu gübreleme, toprakta amonyum nitrat analizi

Research on the Parameters that can be Used as an Index of Nitrogen Fertilization Recommendation of Sunflower

Abstract

Sunflower plant is grown in west and central part of the country under irrigated and rainfed conditions, it is also one of the main rotation plant in Thrace which is grown in substantially rainfed conditions. In this study, ammonium and nitrate, nitrate, organic matter, saturation and the parameters such as the expected yield is examined as an index in terms of nitrogen fertilization recommendation of sunflower which is grown under rainfed conditions in Thrace.

For this purpose, 21 field trials were conducted in Thrace region in 2013-2014-2015 years. Trials were conducted in Latin square design; 0 (control), 3, 6, 9 and 12 kg /da (N) levels of nitrogen fertilizer was applied. The amount of ammonium and nitrate, organic matter and saturation was determined in soil samples taken before the establishment of field trials. Correlation coefficients between soil analysis parameters and yield results of nitrogen fertilizer trials were determined considering the nitrogen value determined by the control and regression. Significant relationship determined between nitrogen amount determined by regression and organic matter, nitrate, ammonium nitrate in the soil.

Keywords: sunflower, nitrogen fertilization, ammonium nitrate analysis in soil

Giriş

Topraklar, doğal olarak farklı verim potansiyeline sahiptirler. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerini kapsayan Trakya bölgesi toprakları da çok çeşitlilik göstermektedir (Çizelge 1). Kimyasal gübrelerle bitkilerin tek yönlü ihtiyaçlarını (verdiğimiz besin elementini) karşılamaktayız. Özellikle kurak koşullarda verimi etkileyen en büyük faktör;

yağışlar ve dolayısıyla toprakların bitkiye sağlayabildiği su miktarıdır. Toprakların farklı miktarda su tutma yeteneklerine sahip olmasında kil miktarı ve tipi ile organik madde miktarı en büyük role sahiptir. Topraklarda bulunan organik madde, hem su tutma ve hem de azotun önemli bir kaynağı olması açısından önemli etkilere sahiptir. Bahsedilen bu toprak özellikleri toprağın ana materyali ve oluşum

¹ Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Kırklareli
İletişim:e-posta:gurbuzmehmetali@tarim.gov.tr, [Tel:533 574 21 00](tel:5335742100)

Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

koşullarına göre çok sık değiştiğinden elde edilen verim ve gübre ihtiyacı da farklı olmaktadır. Topraktaki mineral azot

Trakya yöresinde de ayçiçeğinin azotlu gübreleme çalışmalarında, toprak analiz parametrelerine dayalı bir gübreleme yöntemi

Çizelge 1 Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinin büyük toprak grupları ve kapladığı alanlar (ha)

Büyük Toprak Grubu	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Toplam, ha
Alüviyal Topraklar	85 395	33 317	54 265	172 977
Hidromorfik Alüviyal Topraklar	14 710	-	218	14 928
Vertisol Topraklar	98 167	101 443	126 046	323 656
Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar	208 056	341 055	133 710	682 821
Kahverengi Orman Toprakları	10 371	33 236	103 324	146 931
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	197 765	137 551	197 195	532 511
Toplam	614 464	646 602	614758	1 875 824

formlarının miktarı üzerinde (NH_4^+ ve NO_3^-), münavebedeki bir önceki bitkinin çeşidi, uygulanan azotlu gübre miktarı, bitki artıklarının toprağa karıştırılma durumu ve yağış etkili olmaktadır.

Çiftçiye yönelik toprak analiz hizmeti de veren Tarımsal Araştırma Enstitülerimiz ve diğer toprak analiz laboratuvarları, bitkilerin fosforlu ve potasyumlu gübreleme önerilerinde toprak analiz sonuçlarını esas alırken, azotlu gübreleme önerilerinde, topraktaki organik madde miktarını (Ülgen ve Yurtsever, 1995) dikkate almakla birlikte, asıl öneriyi belirleyen ve şekillendiren faktör yöresel azotlu gübreleme denemelerinin sonuçları olmaktadır.

araştırılmamıştır (Aslan, 1989, Süzer, 1998).

Bu araştırma ile, toprakların belirlenen özellikleri ile ayçiçeği verimi arasındaki ilişkiler ve azotlu gübreleme önerilerinde indeks olarak kullanılabilecek toprak analizi parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yeri; Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya Bölgesinin alanı 2 372 000 ha olup, Türkiye genel yüzölçümünün % 3.1'ini oluşturmaktadır. Denemeler Trakya Yöresinde on farklı lokasyonda yürütülmüştür (Şekil 1). Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde önemli ölçüde Trakya'ya özgü karasal iklim göze



Resim 1. Deneme yürütülen noktaların Trakya'daki konumu.

Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

çarpar. Bu iklimin özelliği yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır. Yıllık yağış bölge ortalaması olarak 588.5 mm'dir. Denemede, ayçiçeği bitkisi olarak orobanşa dayanıklı bir çeşit olan Tunca, gübreleme materyali olarak %33 azot içeren Amonyum Nitrat gübresi kullanılmıştır. Deneme Metodu Konular; $N_0 = 0$ kg/da N, $N_1 = 3$ kg/da N, $N_2 = 6$ kg/da N, $N_3 = 9$ kg/da N, $N_4 = 12$ kg/da N yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı çapada uygulanmıştır.

Deneme latin karesi deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Yurtsever, 1984), parsel büyüklüğü ekimde $5.6 \times 7 = 39.2$ m², hasatta ise $2.8 \times 5 = 14$ m² 'dir. Ekim işlemi, 70 cm sıra aralığı ve 30 cm sıra üzeri olmak üzere pnömatik mibzerle, çapalama bitki boyu 40-50 cm olduğunda, hasat ise ağustos-eylül aylarında yapılmıştır.

Toprak analizleri

Toprak Reaksiyonu (pH), sature toprakta pH metre ile, saturasyon (%) toprağın su ile doyurulması yolu ile organik madde: Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemi ile organik karbon belirlendikten sonra 1.724 katsayısı ile çarpılarak belirlenmiştir. (Tüzüner, 1990).

Toprakta inorganik azot amonyum+nitrat ($NH_4^+ + NO_3^-$) ve nitrat azotu (NO_3^-N) 2M KCl ile 1:10 oranında ekstrakte edilen topraktan buhar damıtma yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar,)

Bulgular ve Tartışma

Kuru koşullarda ayçiçeğinin azotlu gübreleme önerilerinde indeks olarak kullanılabilecek parametrelerin araştırıldığı bu projede, Trakya'nın farklı noktalarında 2013 yılında 6, 2014 yılında 6 ve 2015 yılında 10 tarla denemesi yürütülmüştür. Her bir tarla deneme alanından ekim öncesi 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde pH, işba (saturasyon, su ile doygunluk) organik madde analizleri yapılmıştır (Çizelge 2). Her bir deneme yerinden 0-30, cm'den alınan toprak örneklerinde, $NH_4^+ + NO_3^-$ ve NO_3^- analizleri yapılmıştır (Çizelge 3). Herbir denemeden azot seviyelerine göre verim grafiği çizilerek elde edilen verimler arasındaki regresyon denklemi elde edilmiştir. Bu denklemde maksimum verime ulaşılan tepe noktasındaki azot miktarı belirlenmiştir (Çizelge 3). Denemelerden elde edilen ürün verimlerinden maksimum verimin alındığı noktada regresyonla hesaplanan azot miktarı %1 hata seviyesinde korelasyon, organik madde miktarı ($R^2 = -0.401^{**}$, Şekil 1), 0-30 cm deki nitrat miktarı ($R^2 = -0.4526^{**}$, Şekil 2) ve 0-30 cm amonyum+nitrat miktarı ($R^2 = -0.4912^{**}$, Şekil 3) ve profildeki amonyum+nitrat miktarı arasındaki ilişki ($R^2 = -0.4289^{**}$ Şekil 4), ile çok önemli bulunmuştur. İşba ile regresyonla hesaplanan azot miktarı arasındaki ilişki ise ($R^2 = -0.1136$, Şekil 5) önemli bulunmamıştır.

Çizelge 2. Deneme topraklarının organik madde ve kil analiz sonuçları.

	2013		2014		2015	
Deneme yeri	Kil, %	Organik madde %	Kil, %	Organik madde %	Kil, %	Organik madde %
Kırklareli	64	0.83	49	1.33	51	1.22
Edirne	29	0.99	45	0.96	39	0.48
Tekirdağ	53	1.57	59	0.87	57	0.77
Keşan	99	0.54	64	1.45	66	1.54
Sarımsaklı	63	1.07	89	1.49	64	1.05
Pınarhisar	46	1.65	65	1.23	75	1.46
Kaynarca	-	-	-	-	50	0.65
Velimeşe	-	-	-	-	38	0.33
Boztepe	-	-	-	-	61	1.03
Hayrabolu	-	-	-	-	55	0.91

Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

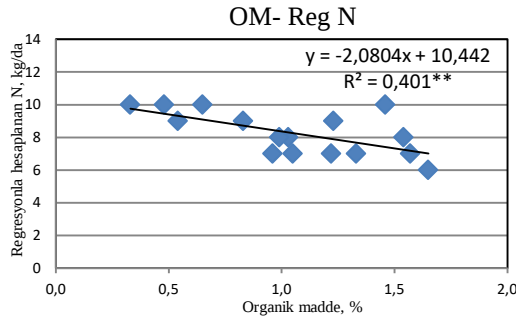
Çizelge 3. Deneme topraklarının $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ve NO_3^- analiz ve regresyonla hesaplanan N ihtiyacı

		2013			2014		
Deneme yeri	Derin., cm	NH ₄ +NO ₃ ppm	NO ₃ ppm	Reg. Hesap. Maks. verime göre kg/da N	NH ₄ +NO ₃ ppm	NO ₃ ppm	Reg. Hesap. Maks. verime göre kg/da N
Kırklareli	0-30	10.15	1.05	7.0	10.50	1.80	10.0
	30-60	12.25	8.75		8.70	0.90	
	60-90	14.00	1.40		9.60	2.60	
Edime	0-30	18.55	4.90	10.0	14.80	1.70	10.0
	30-60	9.10	1.75		15.70	3.45	
	60-90	9.80	2.73		14.80	2.55	
Tekirdağ	0-30	18.20	12.60	6.0	15.70	6.10	8.0
	30-60	30.80	4.55		13.10	1.80	
	60-90	19.60	3.15		13.10	2.60	
Keşan	0-30	24.15	8.75	8.0	3575	12.95	6.0
	30-60	25.55	12.95		20.12	4.42	
	60-90	20.30	6.65		19.20	3.50	
Sarımsaklı	0-30	23.45	9.45	7.0	16.60	4.10	7.0
	30-60	13.30	0.70		13.10	0.60	
	60-90	10.85	7.35		11.30	0.80	
Pınarhisar	0-30	30,45	4,20	10.0	19.20	5.20	7,0
	30-60	10.50	5.95		20.10	7.00	
	60-90	19.25	490		17.50	7.00	
		2015					
Kırklareli	0-30	22.61	3.92	12			
	30-60	1967	1.05				
	60-90	14.07	112				
Edime	0-30	20.37	3.57	11			
	30-60	12.95	4.69				
	60-90	11.20	4.83				
Tekirdağ	0-30	18.20	1.68	23			
	30-60	19.60	8.61				
	60-90	18.41	8.68				
Keşan	0-30	21.35	5.95	9			
	30-60	16.45	2.24				
	60-90	16.10	5.88				
Sarımsaklı	0-30	24.92	6.37	9			
	30-60	18.55	6.86				
	60-90	16.94	4.69				
Pınarhisar	0-30	20.58	4.83	8			
	30-60	16.17	6.72				
	60-90	14.35	8.12				
Kaynarca	0-30	22.61	2.66	7			
	30-60	15.33	4.62				
	60-90	12.81	0.56				
Velimeşe	0-30	21.21	5.53	9			
	30-60	18.62	6.72				
	60-90	15.05	4.27				
Boztepe	0-30	19.53	3.01	14			
	30-60	14.07	4.90				
	60-90	13.44	1.75				
Hayrabolu	0-30	15.89	1.82	6			
	30-60	20.44	8.19				
	60-90	12.67	2.87				

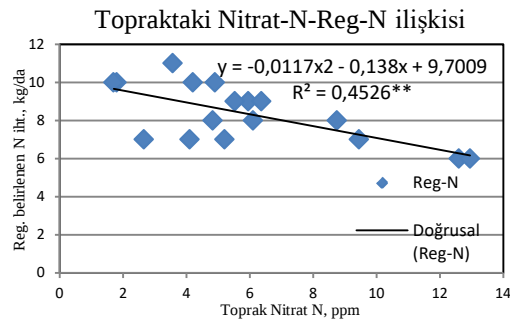
Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

Sonuç

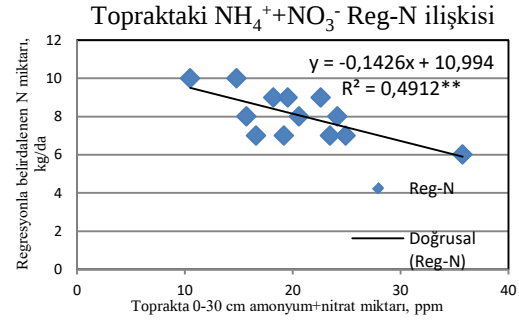
Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, ayçiçeğinin azotlu gübreleme önerilerinde indeks olarak topraktaki organik madde miktarının yanı sıra, nitrat miktarı ve 0-30 cm'deki amonyum+nitrat miktarının da kullanılabileceği belirlenmiştir. Profildeki amonyum+nitrat miktarından da yüksek korelasyon elde edilmesine rağmen, ayçiçeğinin gübrelenmesinde çiftçilere yönelik gübreleme önerilerinde kullanılması pek pratik olmayacaktır. Bu parametreler, tek başına veya toprağın diğer parametreleri ile birlikte ayçiçeğinin azotlu gübreleme önerilerinde kullanılmaktadır (Meyer, 1997).



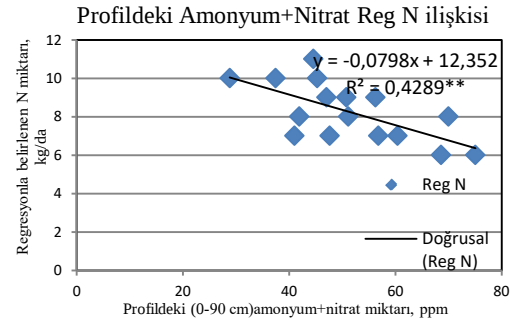
Şekil 1. Deneme yürütülen alanların toprak organik madde miktarı ile regresyonla belirlenen azot miktarı arasındaki ilişki



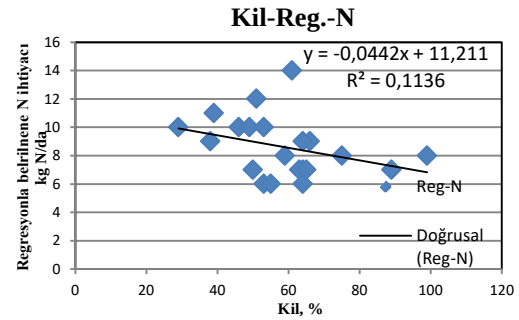
Şekil 2. (0-30) cm nitrat miktarı ile regresyonla belirlenen azot miktarı arasındaki ilişki



Şekil 3. (0-30) Amonyum+nitrat miktarı ile regresyonla belirlenen azot miktarı arasındaki ilişki



Şekil 4. Profildeki (0-90 cm) amonyum+nitrat miktarı ile regresyonla belirlenen azot miktarı arasındaki ilişki



Şekil 5. Denemelerin yürütüldüğü alanlara ait işba değerleri ile regresyonla hesaplanan azot miktarı arasındaki ilişki

Kaynaklar

Arslan, R., 1989, Trakya Koşullarında Ayçiçeğinin Azotlu Fosforlu Gübre İsteği

Ayçiçeğinin Azotlu Gübreleme Önerilerinde İndeks Olarak Kullanılabilecek Parametrelerin Araştırılması

- ve Olsen Fosfor Analiz Metodunun Kalibrasyonu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Kırklareli Atatürk Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No:15, Rapor Serisi No:11, Kırklareli.
- Kacar, B., Tarihsiz. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3. Ankara.
- Meyer, R., 1997. High Plains Sunflower Production Handbook, USDA-ARS- Central Great Plains Research Station, Akron, Colorado.
- Süzer, S., 1998, Effect on Different Forms of Nitrogen Fertilizers, Rates and Application Times on Sunflower Yield and Yield Components. Thrace Agricultural Research Institute, Proceedings of 2' nd Balkan Symposium on Field Crops, Vol 2. Ecology&Physiology; Cultural Practices. Novi Sad Yugoslavia.
- Tüzüner A (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müd. Ankara.
- Ülgen N, N. Yurtsever, 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi,KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik yayınlar No: T-66. 4. Baskı. Ankara.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No:56. Ankara.



Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi

Hayriye İbrikçi^{1*} Mahmut Çetin² Hande Sağır¹ Mert Uçan²
M. Said Gölpınar² Ebru Karnez³

Özet

Drenaj sularının kalitesi, içeriğine ve çeşitli faktörlere bağlı olarak sınıflandırılmakta ve zaman içerisinde değişkenlik göstermektedir. Tarımsal faaliyetlerin yoğunluğuna bağlı olarak, drenaj suyuna karışan tuz ve nitrat (NO_3) konsantrasyonu, su kirliliğinin ve yeniden kullanım olasılığının belirlenmesinde önemli birer kriterdir. Nitrat konsantrasyonu, toprağa uygulanan azotlu (N) gübre miktarına, toprak yapısına, uygulanan sulama suyu ve yağış miktarına bağlı olarak yıl içerisinde değişkenlik göstermektedir. Aşağı Seyhan Ovası, Akarsu Sulama Sahasında (9495.0 ha) 2014 hidrolojik yılında (HY) drenajdan alınan su örneklerinde nitrat konsantrasyonları ölçülmüştür. Drenaj suyundaki nitrat konsantrasyonu Şubat ayında 35.2 mg L^{-1} 'ye ulaşmıştır, ancak yaz aylarında daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sahasında 2014 hidrolojik yılında hektardan 28.7 kg 'lık azot yıkanması olmuştur. Söz konusu yılın kurak olmasına rağmen, bu denli bir yıkanmanın olması ciddi bir sorundur. Bitki deseninin, yağışın ve alana giren su miktarının, drenaj suyunda nitrat konsantrasyonunu belirlemede önemli birer kriter oldukları belirlenmiştir. Drenaj sularındaki bu konsantrasyon değişimlerinin yıl içerisinde izlenmesi, gerek uygun gübreleme programları, gerekse çevre sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Drenaj suyu, nitrat konsantrasyonu, zamansal değişim, bitki deseni

Monitoring the Nitrate Concentrations in Drainage in Irrigated Akarsu Irrigation District

Abstract

Drainage water quality could be classified based on its solute content and various influencing factors, and it varies in time. Nitrate (NO_3) and salt concentrations leached to the drainage water, as a result of the intensive agriculture, are important criteria in determination of the water quality. Nitrate concentration of drainage water is function of applied nitrogen (N) fertilizers rate, soil type, amount of irrigation water rainfall, and changes during the hydrological year. The experiment was carried out in Lower Seyhan Plain, Akarsu Irrigation District (9495.0 ha) during 2014 hydrological years (HY). The water samples were collected in different dates, and analyzed for nitrate concentrations. Nitrate concentration was 35.2 mg L^{-1} in Feb., highest concentrations were recorded in irrigation season (summer months). There was $28.7 \text{ kg N ha}^{-1}$ N movement to drainage in a hydrological year. Cropping pattern, rainfall and water supply to the study area became important criteria in determining the nitrate concentration in groundwater. Monitoring the concentrations during the HY is important for establishment of suitable fertilization programs and also environmental health.

Key words: groundwater, nitrate concentrations, temporal variability, cropping pattern

Giriş

Su kaynakları farklı düzeylerdeki nitrat kirliliği sorunu ile karşı karşıyadır. Dünyanın birçok yerinde nitrat kirliliği su kalitesini etkileyen ana

etken olup, sudaki yüksek nitrat konsantrasyonu çevre ve sağlık açısından risk oluşturmaktadır (Andraski ve Bundy, 2002).

¹ Çukurova Univ. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

² Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

³ Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dekanlığı, Döner Sermaye İşletmesi, Adana

Kirlenici nedenler çok çeşitli olup, bunların başında insan faaliyetleri ve aşırı gübreleme gelmektedir (McLay ve ark., 2001; Cepuder ve Shukla, 2002). Tarım alanlarındaki aşırı azot uygulamaları, yeraltı ve taban sularında artan nitrat konsantrasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır (Andraski ve ark., 2000; Byre ve ark., 2001; Mahvi ve ark., 2005). Sulardaki nitrat konsantrasyonunun artması, global bir risk oluşturmakta ve gün geçtikçe de artmaktadır. Son yıllarda yarı-kurak bölgelerde, taban suyu nitrat konsantrasyonunun arttığı kaydedilmiştir (Aranibar ve ark., 2003; Walvoord ve ark., 2003). Ancak, nitratin topraktan yıkanmasında birçok faktörün etkili olduğu ve bunların tam olarak hesaplanmasında zorluklar olduğu rapor edilmektedir (DeVries ve Simmers, 2002; Walvoord ve ark., 2003; Schwiede, 2007). Bu çalışmalarda, nitrat kirliliğinin yersel dağılımlarının etkileri de ayrıca vurgulanmaktadır (Stadler ve ark., 2008). Yarı kurak bölgelerde, su ile doymun olmayan katmandaki yüksek nitrat konsantrasyonunun zamanla taban suyuna ve drenaja karışabileceği ve bunun hali hazırdaki arazi kullanımından etkilenebileceği; ancak, taban suyu kalitesini etkilemesinin de onlarca yıl alabileceği belirtilmektedir (Stadler ve ark., 2008).

Drenaj hacmi ve nitrat kayıplarının aynı zamanda yıllık yağış miktarının yanında, evotranspirasyona ve kış sıcaklıklarına göre dağılımına da bağlı olduğu görülmektedir. Yüzey altı drenajı, sonbahar sonu, kış mevsimi ve ilkbaharın başlarında öncelikle toprağın kış boyunca donmadığı coğrafi alanlarda gerçekleşmektedir (Kladivko ve ark., 1991, 1999, 2004; Drury ve ark., 1993; Fenelon ve Moore, 1998). İngiltere de yapılan 8 yıllık bir çalışmada, yüzey altı drenaj ile yıllık nitrat kayıplarının %84'ünün baklagil bitkilerin sonbaharda ekimi ve bahar aylarında N' lu gübre uygulaması arasında gerçekleştiğini göstermektedir (Goss ve ark., 1988). Yine, yüzey altı drenajı yoluyla nitrat kayıplarının %45 ila 85'inin bitkilerin az büyüdüğü bahar ve güz dönemlerinde gerçekleştiği görülmüştür (Bjorneberg ve ark., 1996).

Drenaj suyu ile nitrat-N taşınımı, drene olan suyun miktarına ve taşınan suyun nitrat konsantrasyonuna bağlıdır. Bir yıl boyunca

drenaj sularının nitrat-N konsantrasyonu yaklaşık olarak sabit seyrettiğinde, her bir yetiştirme sisteminin kendi karakteristiğine göre, yüzey altı sularına yıkanan yıllık nitrat-N konsantrasyonu öncelikle sızan su hacmine bağlıdır (Bolton ve ark., 1970; Letey ve ark., 1977; Goss ve ark., 1998; Tomer ve ark., 2003). Ürün deseni, taban suyu nitrat konsantrasyonunu etkileyen faktörlerden biridir. Bitki tarafından kullanılmayan nitrat-N'nin kurak dönemlerde yıkanmanın gerçekleşmeyip kök bölgesinde birikmesi ve yağışlı dönemde yıkanımın gerçekleşmesi sonucu konsantrasyon değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla nitrat-N konsantrasyon ve kayıpları büyük oranda kurak ve yağışlı olan zamanlarda yetişen ürün desenine ve iklimsel değişimlere de bağlıdır (Logan ve ark., 1994; Randall, 1998). Bu etkiler, hem nehir kenarlarında, hem de tarımsal alanlarda görülmektedir.

Tarım alanlarından aşırı nitrat-azotunun taban suyunun yanısıra, yüzey ve drenaj sularına yıkanması da çevresel sorun yaratmaktadır (Cepuder ve ark., 2005; Schilling ve Wolter, 2007). Dere ve nehirlerle karışan su, besin elementi fazlalığına ve dolayısıyla ötrofikasyona neden olmaktadır (Addiscot ve ark., 1991; Rabalais ve ark., 1996; Dodds ve Welch, 2000).

Gübrelemenin fazla olması, toprak bünyesi, sulama koşulları ve sulama suyu nitrat konsantrasyonuna bağlı olarak, drenaj sularında ölçülen NO_3^- konsantrasyonu da oldukça yüksek olabilmektedir (Isidoro ve ark., 2006). Uygulanan azotlu gübrenin %30'a varan bir bölümü drenaja karışmaktadır.

Genelde su kaynakları için verilen nitrat kirlilik düzeyleri neredeyse evrensel olmuştur. Türk Standartları Enstitüsü (TSE 266), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Avrupa Birliği'nin (EC) önerdiği değer 50 mg L^{-1} olarak kaydedilmiştir (TSE, 1997; WHO, 1998). Ancak, TSE ve EC kritik düzeyi 25 mg L^{-1} olarak vermektedir. Avrupa'da yapılan bir çalışmada tarım alanlarının %22'sinden alınan taban suyu örneklerinde nitrat konsantrasyonu Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme suları için

belirlenen 50 mg NO_3^- L⁻¹ sınır değeri seviyesini geçmiştir (Laegreid ve ark., 1999).

Su kaynaklarında yıkanmadan kaynaklanan azot konsantrasyonu genelde yerleşim alanlarında, tarımın ve gübre kullanımının yoğun olduğu alanlarda daha fazla olmaktadır (Nas ve Bertay, 2006; Ju ve ark., 2006). İntensif tarım alanlarında da örneğin Ju ve ark. (2006)'nın bildirdiği gibi bitki deseni önemli olup, seralarda sebze yetiştirilen alanlardaki taban ve kuyu sularındaki nitrat konsantrasyonu artış göstermektedir. Üretilen bitki ne olursa olsun, N girdisi genelde bitkinin gereksindiğinden daha fazla bulunmuştur. Toprak profilindeki nitratin varlığı ve serbest su hareketinin fazlalığı yıkanmanın birinci koşuludur. Sulama suyunun fazlalığı ve aşırı yağışlar nitratin profildeki hareketini kolaylaştırmaktadır (Ju ve ark., 2003).

Dolayısıyla, yoğun tarım ve buna bağlı olarak gübreleme yapılan sulanabilir alanlarda drenaj suyundaki NO_3 konsantrasyonunu zamansal olarak izlemek ve bunu ürün deseni ile ilişkilendirmek gerek tarımsal, gerekse çevre kirliliği açısından önem taşımaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Çukurova bölgesinde 2,130.00 da'lık Aşağı Seyhan Ovasında (ASO) yer almakta olup, toplam alanı 9,495 ha olan Akarsu sulama alt havzasında gerçekleştirilmiştir. Akarsu sahası Adana'nın güney-doğusunda ve Ceyhan Nehri'nin hemen batısında uzanmaktadır (Şekil 1). Bölge, ortalama 630 mm yağış ve ortalama 18.7 °C sıcaklık değerleri ile tipik Akdeniz iklimine sahiptir.

Bölgenin ürün deseni, 2006-2011 verilerine göre yaklaşık olarak %47 yaygınlıkta 1. ve 2. ürün mısır (toplamın yaklaşık %80'i de 1. ürün olarak gerçekleşmektedir), %25 hububatlar, %19 narenciye ve %6 pamuk olarak gerçekleşmiştir. Özellikle, hastalık ve zararlıların çokluğu, sulama sorunları, düşük tane verimi gibi nedenlerle 2. ürün mısırdan 1. ürüne belirgin bir kayış olmuştur. Dolayısıyla, 1. ürün mısır son yıllarda bölgenin ve havzanın en yaygın bitkisi olmuştur.

Yaygın Toprak Serileri

Çalışma alanında tanımlanmış toprak serilerinin dağılımları Şekil 2'de verilmiştir. Bölgede sulamanın yönetimi ve kontrolü için oluşturulmuş, Akarsu Sulama Birliğinin sahasındaki en yaygın toprak serileri Arıklı (%30), İncirlik (%27) ve Yenice (%14) serileridir. Bu üç toprak serisi tüm çalışma alanının %71'ini kaplamaktadır. Yayılımı en az olan toprak serileri ise; İsmailiye (%0.9), Gölyaka (%0.5) ve İnnaplı (%0.4) serileridir (Dinç ve ark., 1995).

Bitki Deseni

2014 yılına ait bitki deseni, proje araştırmacılarının yürütmekte oldukları IRAFLUT projesi kullanılarak belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Narenciye alanları, çalışma alanının doğusunda kalırken, kışlık bitki olan buğdayın dağılımı tüm alanda yaygın olarak gerçekleşmiştir.

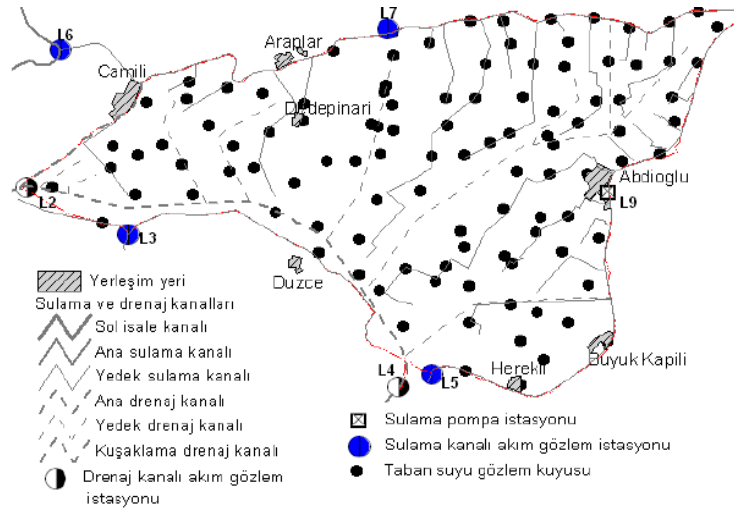
Drenaj Kanalları ve Drenaj Suyu Örnekleme

Bölgenin sulama uygulamaları göz önünde bulundurularak, 1 Ekim ile izleyen yılın 30 Eylül tarihleri arasındaki süre "Hidrolojik yıl" olarak tanımlanmıştır. 1 Ekim – 1 Nisan tarihleri arasındaki süre, sulama dışı sezon (NIS) olarak, 1 Nisan – 30 Eylül tarihleri arasındaki sezon da sulama sezonu (IS) olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanına sulama ve drenaj kanalları ile giren (L3, L6, L7, L9; L2, L11) ve çıkan (L5, L4) su debilerinin ve miktarlarının ölçülmesi için 2006-2010 QUALIWATER projesi kapsamında sulama kanalları üzerine beş adet, drenaj kanalları üzerine üç adet akım gözlem istasyonu (AGİ) tesis edilmiştir (Şekil 3). Limnigrafların yer aldığı akım gözlem istasyonları ile saatlik olarak su debisi ve miktarı ölçülüp giren ve çıkan akımlar belirlenmiştir. Akım gözlem istasyonlarında, ölçülen su derinliklerinin debiye dönüştürülebilmesi için $Q=f(h)$ ilişkileri muline (debi ölçer) ile ölçümler yapılarak (Çetin ve ark., 2008) elde edilmiştir.

Drenaj suyu örnekleme, alanda yer alan ana çıkış drenaj kanalı (L3) üzerine tesis edilmiş otomatik örnekleyici (Şekil 3) yardımı ile (her gün saat 15.00'da) günlük olarak 350 ml su

Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi



Şekil 3. Sulama (L3, L5, L6, L7, L9), drenaj kanalları (L2, L4, L11) üzerinde tesis edilen akım

usulüne uygun bir şekilde su örneği alınımı gerçekleştirilmiştir. Alınan her bir örnek, analize hazırlanmak üzere laboratuara getirilip olası karışıklığı önlemek için önce laboratuvar kayıt defterine kaydedilmiş, huni yardımı ile mavi bant filtre kâğıdından geçirilerek temiz plastik şişelere süzölmüştür. Süzüm işleminin ardından, ya hemen nitrat analizleri yapılmış, ya da daha sonra analizi yapılmak üzere soğuk odada (+4 °C) bekletilmişlerdir. Su örneklerinde NO_3^- analizleri Standard Methods (1998) yöntemine göre yapılmış ve konsantrasyon değerleri mg L^{-1} olarak kaydedilmiştir.

Drenaj Sularında $\text{NO}_3\text{-N}$ Hesaplamaları

Örnekleme günlük olarak gerçekleştirilen drenaj sularında ölçülen NO_3 konsantrasyonları ve sürekli olarak limnigraflar ile kayıt altında tutulan drenaj suyu debi değerleri verilen formüllere göre yükü hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Bulunan NO_3 yük değeri, 0.225 sayısı ile çarpılarak $\text{NO}_3\text{-N}$ 'na dönüştürülmüştür. Tarımsal ve çevre araştırmalarında azot kirliliğinin boyutunun incelenebilirliği için $\text{NO}_3\text{-N}$ 'nu yük olarak hesaplamak önemlidir.

Denklem 1

$$L_{\text{NO}_3, j} = 0.001 \left[\frac{Q_{oj} C_{oj} - Q_{inj} C_{inj}}{A} \right], \quad j = 1, 365$$

Denklem 1'de günlük $\text{kg NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ (L_{NO_3} ($\text{kg ha}^{-1} \text{ gün}^{-1}$) yükü hesaplanmaktadır. Denklemde verilen Q_{oj} , Q_{inj} , çalışma alanına (ha) giren ve çıkan günlük drenaj miktarını (m^3); C, drenaj suyu konsantrasyon değerlerini (mg L^{-1}) ifade etmektedir.

Denklem 2

$$L_{\text{NO}_3, s} = \sum_{j=1}^t L_{\text{NO}_3, j}$$

Drenaj sularında ölçülen günlük NO_3 yükleri, sulamalı dönem ve yağışların görüldüğü sulamasız dönem olarak verilen denklem yardımı ile hesaplanarak, yük $\text{kg NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ olarak ifade edilmektedir. Denklem 2'de L_{NO_3} , hidrolojik yıl (t:365) boyunca t gün uzunluğundaki yağış ve sulama sezonlarına bağlı olarak dönemsel NO_3 yükleri hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Proje süresince elde edilen verilerin istatistiksel analizleri paket bilgisayar programları kullanılarak yapılmıştır. Verilerde özellikle dağılım ve gruplama analizleri yapılmıştır.

Bulgular

Gübre Uygulamaları

Bölge çiftçileri ile yapılan gübreleme anketi çalışmalarına göre, çeşitli bitkilere uygulanan gübre dozları 60 ile 340 kg N ha^{-1} arasında

Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi

değişim göstermiştir (Çizelge 1). Bu dozların çoğu, yapılan gübre önerilerinin çok üzerindedir. Örneğin, bölgenin başlıca bitkileri olan buğdaya ve mısıra uygulanan doz önerilen N dozundan çok fazladır. Kaldı ki, gübre uygulamalarındaki bu fazlalık taban ve drenaj sularına yıkanma ile kendini göstermektedir.

Çizelge 1. Geleneksel çiftçi gübre uygulamaları

Bitkiler	Uygulanan gübre miktarları, kg N ha ⁻¹
Buğday	195
1. Ürün Mısır	340
2. Ürün Mısır	325
Narenciye	180
Pamuk	235
Kavun-Karpuz	130
Sebzeler	110
Diğerleri	60

Çalışma alanının bitki deseni incelendiğinde, buğday ve kısmen de 1. ürün mısırın dışındaki çoğu bitkiler, sulamaya bağlı olarak genelde yaz mevsiminde yetişmektedir. Dolayısıyla, buradaki en büyük etken yazlık bitkilerin sulama suyuna bağlı olarak verilen azotu kullanmaları; sıcaklığa ve evapotranspirasyona bağlı olarak da aşağı doğru fazla su hareketinin olmamasıdır. Yaz dönemi bitkileri uygulanan azotlu gübreleri fazlasıyla topraktan alabilmektedirler (Isidoro ve ark., 2006). Narenciyeye uygulanan N ise, bölge çiftçilerinin tercihi olarak genelde damla sulama ile yılın belli zamanlarında periyodik olarak verilmektedir. Kaldı ki, narenciye bölgelerinde en fazla yıkanma yine kış yağışlarına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Damla sulama ile gerçekleşecek olan yıkanma çok fazla olmayıp yalnız kök bölgesinde kalacaktır.

Rutin olarak yapılacak toprak ve bitki analizleri ile çiftçi eğitimleri, uygulanacak gübre dozunun belirlenmesinde ve kullanıcılar tarafından kabul görmesinde çok etkili olacaktır (Karnez, 2010).

Çizelge 2. 2014 hidrolojik yılında drenaj suyu miktarları ve nitrat konsantrasyonları

Aylar	Drenaj suyu (mm)	Drenaj NO ₃ konsantrasyonu (mg L ⁻¹)	Drenaj NO ₃ -N yükü (kg N ha ⁻¹)
Ekim	71.0	13.0	2.12
Kasım	4.9	10.0	0.97
Aralık	55.0	12.0	1.50
Ocak	39.8	20.1	1.80
Şubat	21.7	35.2	1.75
Mart	36.3	25.0	2.08
Nisan	70.2	16.5	2.62
Mayıs	86.9	28.1	5.52
Haziran	76.8	19.5	3.38
Temmuz	97.0	15.3	3.35
Ağustos	77.1	12.3	2.14
Eylül	66.4	10.1	1.52
Toplam	741.0		28.7

Drenaj Suyunda Nitrat Konsantrasyonu ve Yüğü

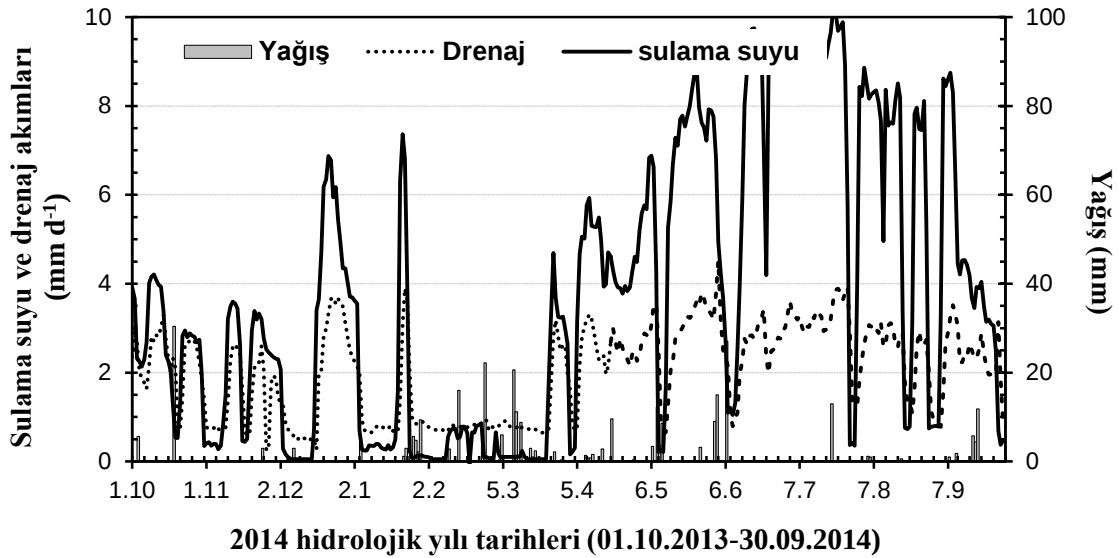
2014 hidrolojik yılına ait aylık ortalama drenaj suyu ve nitrat konsantrasyon değeri Çizelge 2’de verilmiştir. Aylık ortalama drenaj suyu miktarları sulama mevsimi dışında kalan Kasım – Mart ayları arasında 4.9 – 55.0 mm arasında değışmiştir. Kış aylarında yağışın fazla olmasına rağmen, drenaj suyu miktarı düşük kalmıştır. Özellikle Ekim ayı, genelde sulama mevsimi dışı olmasına rağmen drenaj suyu miktarı yaz aylarına benzerlik göstermiştir. 2014 yılının kurak geçmesi nedeniyle Ekim ayında da sulamaya gerek duyulmuştur. Nisan ile Eylül ayları arasında drenaja karışan su miktarı aylık ortalama 66.4 ile 97.0 mm arasında değışmiş olup, Temmuz ayı drenajın en yüksek olduğu ay olarak kaydedilmiştir. Yıl içerisindeki toplam drenaj suyu miktarı 741 mm olup, yıllık sulama suyu ve yağışın toplamının yarısına yakın olarak kaydedilmiştir.

Ayrıca, drenaj sularındaki nitrat konsantrasyon ve yüklerinin tartışılması açısından Akarsu sulama havzasına giren sulama suyu ve yağış değeri farklı bir çalışmadan alınarak aylık drenaj sularına karşı grafiklenmiştir (Şekil 4). Hidrolojik yıla ait toplam sulama suyu 1389.3 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllara ait yıllık ortalama yağış miktarından ayrıcalıklı olarak 2014 yılı toplam yağış miktarı 321 mm

olarak rapor edilmiştir. Uzun yıllar içerisinde değeri değerlendirildiğinde bu düzey bölge için oldukça düşük kalmış ve tüm N yıkanma dinamiklerini etkilemiştir (İbrikci ve ark., 2015).

Hem yağışlı dönemde hem de sulama mevsimi süresince çalışma alanına giren sulama suyu ile çıkan drenaj suyu miktarları zamansal seyirlerinde bir paralellik göstermektedirler. Sulama suyu arttıkça, drenaj suyu miktarı da artış göstermiştir. Çalışma alanındaki su hareketlerinde 2014 yılında yağışın çok etkili olmadığı görülmektedir. Yaz aylarındaki drenaj suyu miktarı sulama suyu miktarının çok altında kalmıştır. Dolayısıyla, sıcak ve kuru havanın etkisi ile beraber bitkiler tarafından da fazla su kullanımı drenaj olarak kayıpları azaltmıştır.

Aylık ortalama NO_3 konsantrasyonları tüm hidrolojik yıl için 10.0 ile 35.2 $\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$ arasında değışim göstermiştir. En yüksek NO_3 konsantrasyonları Şubat ve Mart gibi kış ayları ile (35.2 ve 25.0 mg L^{-1}), sulama mevsiminde olan Mayıs ayında en yüksek (28.1 mg L^{-1}) bulunmuştur (Çizelge 2). Çukurova Bölgesinde Kasım-Aralık aylarında ekimi yapılan buğdaya uygulanan taban gübresi ile birinci üst gübre uygulamasından sonra toprakta bulunan azot henüz bitki tarafından alınmadan drenaja yıkanmıştır. Aynı zamanda, kış aylarında



Şekil 4. Sulama (I), drenaj (Q) ve yağış (P) sularının zamansal değışimi

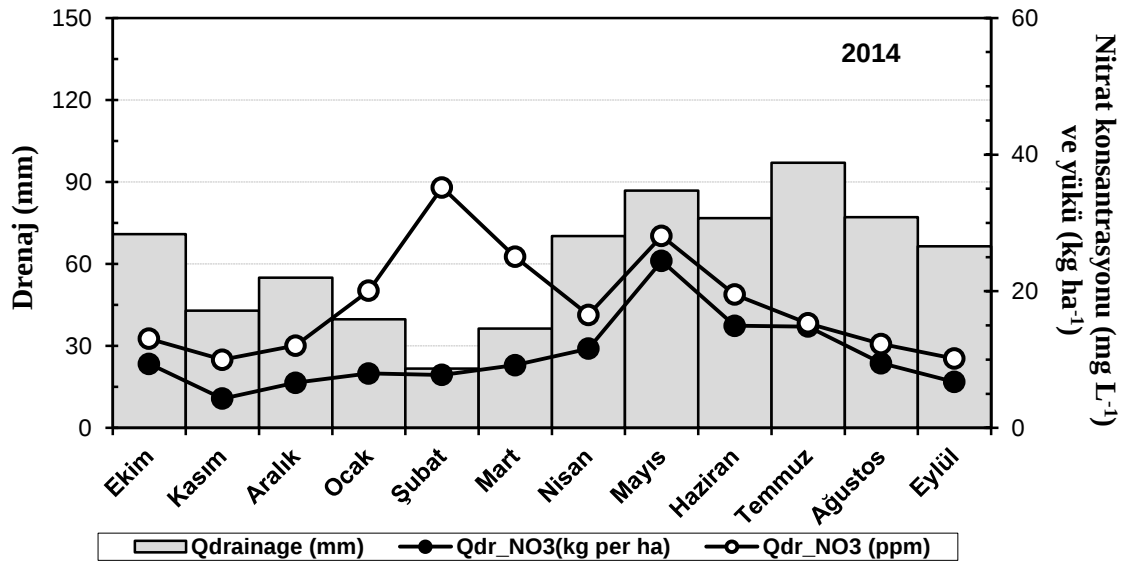
Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi

drenajın az olmasından dolayı da konsantrasyonda bir yükselme olabilmektedir. Sulama mevsiminde ise, fazla miktardaki drenaj sularının yarattığı seyrelmeden dolayı konsantrasyon değerleri düşük çıkmıştır. Öte yandan, birinci ve ikinci ürün mısır, soya, pamuk ve birçok lokal sebzelere uygulanan N'lu gübrelerden drenaja N yıkanması beklenirken, konsantrasyonun düşük çıkması aynı zamanda bitkiler tarafından alıma ve N'un drenaja kadar yıkanamaması nedeni ile de ilişkilendirilebilir. Bu nedenle, söz konusu olan bu konsantrasyon değerleri kritik kirletici düzeylerin altında kalmıştır (WHO, 1998).

Nitrat konsantrasyonu ile yük değerlerinin dağılımı arasında yakın bir benzerlik vardır (Şekil 5). Kışlık bitkilere fazla gübre uygulaması Aralık-Nisan arasında sulardaki konsantrasyonu yükseltmiş, ancak, su debisi

sulama mevsimi dışında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, sulama suyu drenaja azot yıkanmasında önemli bir etken olmaktadır. 2014 yılına ait 28.7 kg'lık toplam azot yük miktarı, diğer yılların yük değerleri ile karşılaştırıldığında söz konusu yıldaki kuraklıktan dolayı düşük kalmıştır.

Öte yandan, sulama suyu ile çalışma alanına giren ve drenajla çıkan günlük nitrat miktarları Şekil 6'de ilişkilendirilmişlerdir. Kullanılan sulama suyu Seyhan Baraj gölünden alınması nedeniyle oldukça temiz ve nitrat konsantrasyonu da düşüktür. Bu nedenle, sulama suyu ile çalışma alanına giren nitrat miktarı oldukça düşük olup, sulama mevsiminde çok az artış göstermiştir. Her sulamaya bağlı olarak, drenaja karışan nitrat miktarı da aynı trendi izlemiştir.

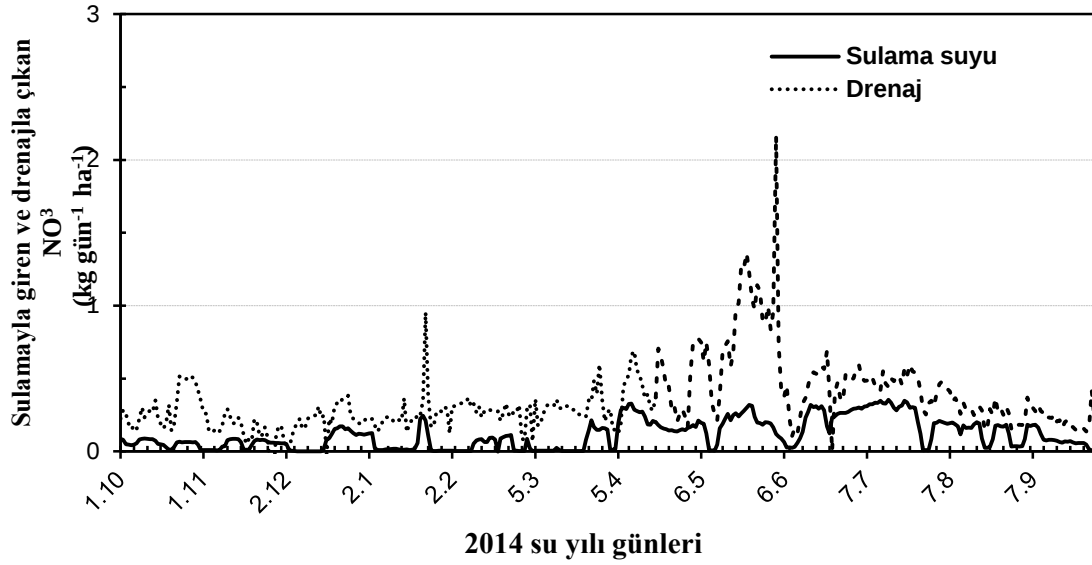


Şekil 5. 2014 yılı nitrat konsantrasyonu ve yükü arasındaki ilişki

düşük olduğundan yük değerleri belli bir düzeyde kalmış ve konsantrasyon değerleri ile paralellik göstermiştir. Aylık yük değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Nisan ve Eylül arasındaki sulama mevsiminde aylık yük değerleri daha yüksek bulunmuş ve Mayıs ayında 5.52 kg N ha⁻¹'a kadar çıkmıştır. Örneğin, drenajdaki toplam yük miktarı 28.7 kg N ha⁻¹ olurken, bunun 10.2 kg'ı (%36'sı)

Sonuçlar ve Öneriler

Tüm bu çalışmalar sonucunda, hidrolojik yıl içerisinde dönemsel olarak drenaj suyundaki taban suyu nitrat konsantrasyonlarının değiştiği, gübreleme zaman ve miktarları ile alana giren su miktarının değişim üzerine önemli ölçüde etkili olduğu bu bir yıllık çalışmada tüm detayları ile ortaya konulmuştur.



Şekil 6. 2014 yılı sulama ile giren ve drenajla çıkan nitrat yük değerleri

Yıllar içerisinde bazı değişiklikler olsa da, ürün deseninin genelde değişmediği; mısır, buğday, narenciye ve pamuk bitkilerinin bölgenin ana bitkileri olduğu dikkat çekmiştir. Dolayısıyla, bu bitkilere uygulanan azotlu gübre çeşitleri, dozları ve gübreleme, drenaj suyundaki N statüsünün belirlenmesinde önemlidir.

Yapılan çiftçi anketlerine göre, elde edilen azotlu gübre dozları genelde akademik araştırma projeleri sonuçlarının çok üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla, ürün desenine bağlı olarak sulama ve gübreleme programlarının sürekli gözden geçirilerek, başta drenaj ve taban suyu olmak üzere su kaynaklarına nitrat yıkanması kontrol altında bulundurulmalıdır. Bu türlü bir kirlenmenin düzeltilmesi veya geri dönüşümü yok denecek kadar azdır.

Bölgede uygulanmakta olan sulama sistemlerinin, su tasarrufuna yönelik olarak yaygınlaştırılması hem su ekonomisi hem de su kullanım etkinliğini iyileştirmesi açısından önemli olacaktır.

Ayrıca, bölgesel olarak elde edilen araştırma sonuçlarının başta Sulama Birlikleri ve çiftçiler olmak üzere tüm kullanıcılara aktarılması önemli bir gerekliliktir.

Teşekkür

Bu proje, Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü, Araştırma Fonu Komisyonu Başkanlığı tarafından ZF2013BAP23 nolu proje olarak desteklenmiş olup teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Addiscot, T.M., Whitmore, A.P. and Powlson, D.S., 1991. Farming fertilizers and the nitrate problem. CABI Publ. Wallingford, UK.
- Andraskı, W., Bundy, G. And Brye, R., 2000. Crop Management and Corn Nitrogen Rate Effects on Nitrate Leaching. Journal of Environmental Quality. 29(4): 1095-1103. ISSN 0047-2425.
- Andraskı, T.W. and Bundy, L.G., 2002. Using the Presidedress Soil Nitrate Test and Organic Nitrogen Crediting to Improve Corn Nitrogen Recommendations. Agronomy Journal. 94: 1411-1418.
- Aranibar, J.N., Anderson, I.C., Ringrose, S. and Macko, S.A., 2003. Importance of nitrogen fixation in soil crusts of southern African arid ecosystems: acetylene reduction and stable isotope studies. Journal of Arid Environments. 54: 345-358.
- Babiker, I.S., Mohamed, M.A.A., Terao, H., Kato, K. and Ohta, K., 2004. Assessment of

- groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. *Environment International*. 29: 1009-1017.
- Byre, K.R., Norman, J.M., Bundy, L.G. and Gower, S.T., 2001. Nitrogen and Carbon Leaching in Agroecosystems and Their role in Denitrification Potential. *Journal of Environmental Quality*. 30: 58-70.
- Cepuder, P. and Shukla, M.K., 2002. Groundwater nitrate in Austria: a case study in Tullnerfeld. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 64: 301-315.
- Cepuder, P., Nolz, R. and Aus Der Schmitten, V., 2005. Evaluation of Land Use with Respect to Nitrogen Leaching. *Geophysical Research Abstracts*. (7): 06821.
- Dinç, U., Sarı, M., Şenol, S., Kapur, S., Sayın, M., Derici, M.R., Çavuşgil, V., Gök, M., Aydın, M., Ekin, H., Ağca, N. ve Schlichting, E., 1995. Çukurova Bölgesi Toprakları, Çukurova Üniversitesi Ziraat fakültesi yardımcı ders kitabı, No: 26. 2. baskı.
- Devries, J.J. and Simmers, I., 2002. Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal*. 10: 5-17.
- Dodds, K.L. and Welch, E.B., 2000. Establishing nutrient criteria in streams. *Journal of the North American Benthological Society*. 19: 186-196.
- E.U., 1991. Directive of the Council of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution by nitrate from agricultural sources, Directive number 91/676/EG. Brussels: European Union. (In Dutch.).
- Hudak, P.F., 1999. Chloride and nitrate distributions in the Hickory aquifer, Central Texas, USA. *Environment International*. 25: 393-401.
- Isidoro, D., Quilez, D. and Aragües, R., 2006. Environmental impact of irrigation in La Violada District (Spain): II. Nitrogen fertilization and nitrate expeot in darinage water. *Journal of Environmental Quality*. 35: 776-785.
- Ju, X.T., Liu, X.J. and Zhang, F.S., 2003. Accumulation and movement of $NO_3^- - N$ in soil profile in winter wheat/summer maize rotation system. *Acta Pedologica Sinica* 40: 538-546 (in Chinese with English abstract).
- Ju, X.T., Kou, C.L., Zhang, F.S. and Christie, P., 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. *Environmental Pollution*. 143: 117-125.
- Kaplan, M., Sönmez, S. and Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Journal of Agriculture and Forestry*. 23: 309-313.
- Kraft, G.J. and Stites, W., 2003. Nitrate impacts on groundwater from an irrigated-vegetable systems in a humid north-central US sand plain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 100: 63-74.
- Laegreid, M., Bockman, O.C. and Kaarstad, O., 1999. Agriculture, Fertilizers and the Environment. CABI Publishing in association with Norsk Hydro ASA. Norsk Hydro ASA. Porsgrunn, Norway.
- Liu, X.H., Ju, X.T., Zhang, F.S., Pan, J.R. and Christie, P., 2003. Nitrogen dynamics and budgets in a winter wheat-maize cropping system in the North China Plain. *Field Crops Research*. 83(2): 111-124.
- Liu, G.D., Wu, W.L. and Zhang, J., 2005. Regional differentiation of non-point source pollution of agriculture-derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 107: 211-220.
- Mahvi, A.H., Nouri, J., Babaei, A.A. and Nabizadeh, R., 2005. Agricultural activities impact on groundwater nitrate pollution. *International Journal of Environmental Science and Technology*. (2)1: 41-47.
- Mclay, C.D.A., Dragten, R., Sparling, G. and Selvarajah, N., 2001. Predicting groundwater nitrate concentrations in a region of mixed agricultural land use: a comparison of three approaches. *Environmental Pollution*. 115: 191-204.
- Nas, B. and Berktaş, A., 2006. Groundwater contamination by nitrates in the city of Konya, (Turkey): A GIS perspective.

- Journal of Environmental Management. 79: 30-37.
- Öztekin, M.E., 2009. Kuzey Yüreğir bölgesi bitki deseninin düşük maliyetli ASTER sayısal uydu verisi ile izlenebilirliğinin araştırılması. Proje No: ZF2007BAP2. Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi. Adana.
- Praharaj, T., Swain, S.P., Powell, M.A., Hart, B.R. and Tripathy, S., 2002. Delineation of groundwater contamination around an ashpond Geochemical and GIS approach. Environment International. 27: 631-8.
- QUALIWATER Projesi, FP6, 2010. Sonuç raporu. <http://www.iamz.ciheam.org/qualiwater/content/dos/reports.htm>.
- Rabalais, N.N., Wiseman, W.J., Turner, R.E., Sen Gupta, B.K. and Dortch, Q., 1996. Nutrient changes in the Mississippi River and system responses on the adjacent continental shelf. Estuaries. 19: 386-407.
- Ramos, C., Agut, A. and Lidon, A.L., 2002. Nitrate leaching in important crops of the Valencian Community region (Spain). Environmental Pollution. 118: 215-223.
- Schilling, K.E. and Wolter, C.F., 2007. A GIS-based groundwater travel time model to evaluate stream nitrate concentration reductions from land use change. Environmental Geology. 53: 433-443.
- Schwiede, M., 2007. Erkundung der Prozesse der Nitratanreicherung in Aquiferen des südlichen Afrikas-Ermittlung von Ursache und Ausmaß der Nitratauswaschung aus Böden ins Grundwasser im Projektgebiet Serowe/Orapa. Ph.D. Thesis, University of Hannover, Germany.
- Stadler, S., Osenbrück, K., Knöller, K., Suckow, A., Sültenfub, J., Oster, H., Himmelsbach, T. and Hötzl, H., 2008. Understanding the origin and fate of nitrate in groundwater of semi-arid environments. Journal of Arid Environments. 72: 1830-1842.
- Standard Methods, 1998, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Federation USA.
- TSE, Drinking Water Turkish Standards, 1997. Turkish Standards (TSE-266). Ankara.
- Walvoord, M.A., Philips, F.M., Stonestrom, D.A., Evans, R.D., Hartsough, P.C., Newman, B.D. and Striegl, R.G., 2003. A reservoir of nitrate beneath desert soils. Science. 302(7): 1021-1024.
- World Health Organization (Who), 1998. Anon. 1998. Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization. Geneva.



Smektit ve Vermikülitçe Zengin Kurak Alanlarda Hububatta Üre ve Amonyumun Üst Gübre Olarak Kullanılması

Zehra AĞAOĞLU¹ Kadir YILMAZ¹ Ömer Faruk DEMİR¹

Özet

Bu araştırmada, bitkiye erken evrede amonyum formunda verilen azot dozunun 2:1 tipi mineraller tarafından fiksasyonu sağlanarak, kurak dönemde hububatın azot ihtiyacı, toprakta fikse edilen amonyum formundaki azot tarafından karşılanmaya çalışılmıştır. Analizler neticesinde, buğday saplarında en yüksek azot kapsamı, üre gübresi kullanılan alanlarda, bin dane ağırlıklarında en yüksek değerler amonyum sülfat, en düşük değerler amonyum nitrat gübreleri kullanılan alanlarda saptanmıştır. Sonuç olarak, azotlu gübrelerin kurak alanlarda smektit ve vermikülitçe baskın topraklarda, erken dönemde tek seferde üre veya amonyum formunda toprağa verilmesinin, geç dönemde ikiye bölünerek nitrat azotu formunda verilmesinden daha etkili olduğu, bu durumun geç dönemde kuraklık nedeniyle oluşacak azot kayıpları riskini önlemek bakımından daha yararlı olacağı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Üst gübre, hububat, fiksasyon, kurak alanlar, smektit, vermikülit.

Using of Urea and Ammonia as Upper Fertilizer in Cereals in The Arid Lands Which are Dominant of Smectite and Vermiculite

Abstract

In this study, it is studied to provide the nitrogen requirement of the cereals with fixed nitrogen in soils as ammonium in arid period with making the fixation of nitrogen by 2:1 clay minerals which is given as the form of ammonium in the earlier stage. As a result of analyses, the highest nitrogen contents in wheat stems were reached at the plants that were growth in the areas which were fertilized with urea. Besides, the highest values were determined at the thousand grain weight in the fields which were used ammonia sulfate, and the lowest values were determined in the fields which were used ammonia nitrate. Consequently, it was observed that applying the nitrogen fertilizers to soils at one time in the earlier stage with the form of urea or ammonia is more efficient than giving in the late stage, and it was seen that this circumstance will be beneficial for nitrogen loses due to the aridness in the late stage.

Key words: Upper fertilizer, cereals, fixation, arid lands, smectite, vermiculite.

Giriş

Ülkemizin güney kuşağında yetiştirilen hububatta, üst gübre kullanımı iki parça halinde uygulanmaktadır. İkinci doz üst gübrenin kullanıldığı dönemde yağışın yetersiz veya olmamasından dolayı, kurak alanlarda özellikle ikinci doz gübredeki azottan bitkiler yeterince faydalanamamaktadır. Smektit ve vermikülit gibi 2:1 tipi killeri yüksek oranda bulunduran alanlarda ikinci doz gübre kullanımındaki bu sorunu gidermek için bu

killerin yüksek düzeydeki katyon değişim kapasitelerinden ve tabakalar arasında amonyum fikse etme özelliklerinden faydalanılmaya çalışılmıştır. Uygulanan amonyum azotu smektit ve vermikülit killeri tarafından önemli ölçüde fikse edilmektedir. Bu mineraller Türkiye'nin güney bölgelerinde yapılan kantitatif toprak mineralojisi analiz çalışmalarında çok spesifik dar bölgeler dışında baskın mineral tipi olarak bulunmaktadır.

⁽¹⁾ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Avşar Yerleşkesi-Kahramanmaraş.

Smektit ve Vermikulitçe Zengin Kurak Alanlarda Hububatta Üre ve Amonyumun Üst Gübre Olarak Kullanılması

Page ve Baver (1939)'ın ileri sürdüğü ve üzerinde fikir birliği bulunan kafes-boşluk (lattice-hole) teorine göre, genişleme özelliğine sahip 2:1 tipi kil minerallerinin tabakaları arasındaki yüzeyler, altıgen olarak dizilmiş bir oksijen tabakası ihtiva etmektedir ve boşluğun çapı 2.8 Å'dur. Killer suyunu kaybettiği zaman tabakalar daralmakta ve iyonlar etraflarındaki su moleküllerini kaybederek susuz iyonik çaplara erişmektedir. Çapları kristal kafesler içerisindeki boşluklara uyan katyonlar ise sıkı bir şekilde tutunmaktadır. Kil minerallerinin yüksek oranda NH_4^+ içerdiği bilinmektedir (McBeth, 1917). Bu kısım genel olarak 2:1 kil mineralleri tabakaları arasında bulunmakta ve sıklıkla K^+ ile yer değiştirebilmektedir. Bu nedenle tabakalar arası NH_4^+ aynı zamanda değişmez amonyum veya fikse olmuş amonyum olarak da adlandırılmaktadır. Bitki kökleri tarafından NH_4^+ 'un kullanılabilirliği açısından,

aranmıştır. Bitkiye daha erken evrede amonyum formunda verilen azot dozunun 2:1 tipi mineraller tarafından fiksasyonu sağlanarak, kurak dönemde hububatın azot ihtiyacı, toprakta fiske edilen amonyum formundaki azot tarafından karşılanmaya ve bitkinin protein düzeyinin yüksek olması sağlanmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada deneme materyali Ceyhan-99 yazlık ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Deneme alanı toprağının XRD kantitatif kil fraksiyonu analizi yapılmış, alanda baskın kil tipi smektit olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Araştırmada, deneme alanı olarak KSÜ Ziraat Fakültesi deneme alanı kullanılmış olup, deneme alanı topraklarına ait fiziksel ve elementel özellikler Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme Toprağının XRD Kil Fraksiyonu Analiz Sonuçları

Smektit	Paligorskit	İllit	Kaolinit	Vermikulit	Toplam
%					
68.2	13.07	4.95	8.37	5,37	100

çeşitli veriler mevcuttur (Scherer, H.W. ve Mengel, K., 1986). Kowalenko ve Ross (1980) ve aynı zamanda van Praag ve ark. (1980), fikse NH_4^+ olarak isimlendirilen amonyumun kayda değer miktarlarda serbestlendiğini ve bu nedenle bitki beslemeyi önemli derecede desteklediğini belirlemişlerdir. Scherer (1984), tabakalar arası NH_4^+ 'u, ^{15}N şeklinde işaretleyerek, tabakalar arası NH_4^+ 'un serbestlenmesi ve Misterlich saksılarında büyüyen ürünlerin kaldırdığı N arasında yüksek derecede önemli korelasyon bulmuştur. Scherer ve Ahrens (1996) de toprakta değişmeyen bir alandaki killer üzerinde fikse olmuş amonyumun kök yakınlarında lokalize olmuş bitki aktiviteleri ile ekstrakte olabileceğini göstermiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada, üst gübre, tek seferde amonyum ve üre formunda verilerek hububatta geç dönemde oluşan üst gübre uygulamasındaki bu soruna çözüm

Yöntem

Araştırma topraklarında bünye tayini Bouyoucos (1951)'un hidrometre metoduyla, pH tayini Thomas (1996)'ın bildirdiği şekilde, toplam tuz Tüzüner (1990)'e, kireç analizi Gülçur (1974) ve organik madde tayini Nelson ve Sommers (1996)'ın yaş yakma metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Değişebilir katyonlar Helmke ve Sparks (1996)'ın, mikro elementler DTPA yöntemiyle Lindsay ve Norvell (1978)'in ve yarayışlı fosfor Kuo (1996)'nun bildirdiği yöntemle belirlenmiştir. Çalışma alanlarından alınan tüm toprak örneklerinde kil mineralojisi analizleri için 32 toprak örneğinde mineralojik analiz yapılmıştır. Örnekler laboratuvar ortamında kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örneklerindeki çimentolaştırıcı maddeler pH'sı 5 olan sodyum asetat-asetik asit tampon çözeltisi ile, organik madde hidrojen peroksitle, serbest demir ve

Smektit ve Vermikulitce Zengin Kurak Alanlarda Hububatta Üre ve Amonyumun Üst Gübre Olarak Kullanılması

Çizelge 2. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel Özellikleri

pH	Bünye	Tuz	CaCO ₃	OM
		%	%	%
6.84	C	0.17	7.69	3.21

Çizelge 3. Deneme Alanı Toprağının Elementel Özellikleri

P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
			mgkg ⁻¹				
7.0	200	11100	620	7.1	0.2	5.8	0.9

alüminyum oksitler sitrat-dithionit-bikarbonat çözeltisi ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Kum ıslak eleme ile, silt ise Stokes yasasından faydalanılarak kil fraksiyonundan ayrılmıştır. Kil örnekleri Mg ve K iyonları ile doyurulduktan sonra slaytları hazırlanarak X-ışını kırınimleri çekilmiş (Jackson, 1969), X-ışını kırınımındaki doruk alanları hesaplanarak minerallerin X-ışını difrakte etme güçleri belirlenmiş ve kantitatif kil analizi Yılmaz (1990) nın belirlediği çarpım faktörü yöntemi esas alınarak yapılmıştır.

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi deneme alanında tesadüf parselleri deneme planına göre 30'ar m²'lik 9 adet parselde gerçekleştirilmiştir. Taban gübresi olarak 20:20:0 kimyevi gübresi seçilmiş ve 18 Kasım tarihinde serpmeye ekimle beraber 6 kg da⁻¹ saf N olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Ayrıca kuru yetiştiricilik şartlarında yağmurdan hemen önce üst gübre olarak amonyum sülfat (%21) ve üre (%46) gübreleri erken dönemde Mart ayının başında tek seferde 10 kg da⁻¹ saf N

olacak şekilde verilmiştir. Yine üst gübre olarak amonyum nitrat (%26) gübresi ise erken dönemde Şubat ayında ve geç dönemde Mart ayının ortalarında ikiye bölünerek toplamda 5 kg da⁻¹ saf N olacak şekilde uygulanmıştır. 28 Mayıs tarihinde her bir parselin tam orta kısmına denk gelecek şekilde tahta çerçeve içerisindeki 1 m²'lik alandan elle hasat yapılmıştır. Bin dane ağırlığı, toplam tane ağırlığı, tanedeki azot miktarı, saptaki azot miktarı, verim, ortalama başak boyu ve ortalama bitki boyu, m²'deki başak ve tane sayılarına ait verilerin varyans analizi, SPSS paket programı kullanılarak yapılmış olup, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, bin dane ağırlıklarında en yüksek değer amonyum sülfat, en düşük değer ise amonyum nitrat gübreleri kullanılan alanlarda saptanmıştır. Toplam tane ağırlığı, ortalama başak sayısı, başak boyu ve ortalama bitki boyu

Çizelge 4. Farklı üst gübre çeşitlerinin buğday fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin çoklu karşılaştırma (Duncan) testi sonuçları

Gübre Çeşidi	Bin Dane Ağırlığı (g)	Toplam Tane Ağırlığı (g)	Başak Sayısı (Adet)	Tane Sayısı (Adet)	Ortalama Başak Boyu (cm)	Ortalama Bitki Boyu (cm)
A. Nitrat	27.22b	276.04	372	9735a	7.21	54.25
Üre	29.30ab	269.33	384	9194ab	7.66	55.83
A.Sülfat	32.93a	267.49	359	8120b	6.70	51.87

Aynı sütun içerisinde aynı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistikî olarak birbirinden farklı değildir.

Smektit ve Vermikülitçe Zengin Kurak Alanlarda Hububatta Üre ve Amonyumun Üst Gübre Olarak Kullanılması

Çizelge 5. Farklı üst gübre çeşitlerinin verim, tane ve saptaki toplam azot miktarları üzerine etkilerinin çoklu karşılaştırma (Duncan) testi sonuçları

Gübre Çeşidi	Tanedeki Toplam Azot Miktarı (%)	Saptaki Toplam Azot Miktarı (%)
Amonyum Nitrat	2.25	0.3000b
Üre	2.50	0,4733a
Amonyum Sülfat	2.18	0.2933b

Aynı sütun içerisinde aynı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistikî olarak birbirinden farklı değildir.

açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Tane sayısı, amonyum nitrat gübresinde, amonyum sülfat gübresine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Tanedeki azot düzeyleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Buğday saplarında en yüksek azot kapsamlarına, üre gübresi kullanılan alanlarda yetiştirilen bitkilerde ulaşılmıştır (Çizelge 5). Halitligil ve ark. (2001), azotlu gübre formları olarak üre, amonyum nitrat ve amonyum sülfat kullanarak yaptıkları

araştırmalarında, bitkiler tarafından kullanılma etkinliği yönünden üre gübresinin öne çıktığını belirtmiştir. Ayrıca Çokkızgın ve Çölkesen (2006)'de Kahramanmaraş'ta yaptıkları bir araştırmada azot dozu interaksyonu sonucunda 12-16 kg N da⁻¹ üzerinde gübrelemenin yapılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu değerler, çalışmamızda belirlediğimiz 11 ve 16 kg N da⁻¹ saf N dozu ile uygunluk göstermektedir

Sonuç

Yapılan araştırma sonucunda, smektit ve vermikülit killerinin baskın olduğu topraklarda kurak alanlarda hububat yetiştiriciliğinde azotlu gübrelerin amonyum ve üre formunda tek seferde verilmesinin uygun olduğu görülmüştür. Çiftçilerin uyguladığı ikinci üst gübre dozuna göre daha erken dönemde üst gübrenin tamamının tek seferde üre ve amonyum formunda toprağa verilmesinin, geç dönemde ikiye bölünerek nitrat azotu formunda verilmesinden daha etkili olduğu, azotlu gübrelerin smektit ve vermikülitçe baskın topraklarda üre ve amonyum formunda erken

dönemde tek seferde verilmesinin hem maliyet bakımından hem de geç dönemde kuraklık nedeniyle oluşacak azot kayıpları riskini önlemek bakımından daha yararlı olacağı görülmüştür.

Kaynaklar

- Bouyocous, G.L., 1951. A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of soils. *Agronomy Journal* 43;434-438.
- Çokkızgın, A. ve Çölkesen M., 2006. Kahramanmaraş koşullarında azotlu gübrenin makarnalık buğdayda (*Triticum durum Desf.*) verim ve verim unsurlarına etkisi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 9(1): 92-103.
- Halitligil, M. B., Akın, A., Kışlal, H., 2001. Orta Anadolu kurak şartlarda iki buğday çeşidinin azotlu gübre kullanma etkinliklerinin artırılması ve azot kayıplarının azaltılması için bazı kültürel tedbirlerin N15 metodu ile araştırılması. *Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezi, Radyoizotop Uygulama Bölümü, Saray. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, (17-21 Eylül 2001), pp. 75, Tekirdağ.*
- Helmke, P.A. ve Sparks, D.L., 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium, in Sparks, D.L., (Ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, s. 551-574.*
- Jackson, M. L., 1969. *Soil Chemical Analysis, Advanced Course, 2nd ed. Published by The*

- Author, University of Wisconsin, Madison, 8955.
- Kowalenko, G.G. ve Ross, G.J., 1980. Studies on the dynamics of 'recently' clayfixed NH₄ using ¹⁵N. Can. J. Soil Sci. 60, 61-70.
- Kuo, S., 1996. Phosphorus in D.L. Sparks (Ed) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, s. 869-921.
- Lindsay, W.L. ve Norvel, W.A., 1978. Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Amer. J. 42(3), s. 421-28.
- McBeth, I.G., 1917. Fixation of ammonium in soils. J.Agric. Res. 9:141-155.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E., 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. in D.L. Sparks (Ed) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, s. 961-1011.
- Page, J.B. ve L.O., 1939. Ionic size in relation to fixation of cations by colloidal clay. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4: 150-155.
- Scherer, H.W., 1984. Beziehung zwischen dem Stickstoff-Entzug der Pflanzen und der Abnahme von spezifisch gebundenem NH₄-N im Boden. Z. Pflanzenernähr. u. Bodenk. 147, 29-36.
- Scherer, H.W. ve Mengel, K., 1986. Importance of soil type on the release of nonexchangeable NH₄⁺ and availability of fertilizer NH₄⁺ and fertilizer NO₃⁻. Fertil. Res. 8:249-258.
- Scherer, H.W. ve Ahrens, G., 1996. Depletion of non-exchangeable NH₄-N in the soil-root interface in relation to clay mineral composition and plant species. European Journal of Agronomy 5(1996) 1-7.
- Thomas, G. W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: Methods of Soil Analysis. Sparks J.M. Bigham, (Ed) Part 3, Agron. Monogr. 5. ASA. and SSSA, Madison, WI, pp. 475-491.
- Tüzüner, A., 1990. DTPA Ekstraksiyon Yöntemiyle Mikro element Tayini, Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı, Ankara. s. 56-60.
- Van Praag, H.J., Fischer, V., Riga, A., 1980. Fate of fertilizer nitrogen applied to winter wheat as NaNO₃ and (NH₄)₂SO₄ studied in microplots through a fourcourse rotation: 2. Fixed ammonium turnover and nitrogen reversion. Soil Sci 130, 100-105.



Buğday Tarımında Twin-N Uygulamalarının Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri

Acar PEK¹ Rob BOWER² Sait AYKANAT³ Hatun BARUT³

Özet

TwinN, azot bağlayan yararlı mikroorganizmaların seçilmesi sonucu elde edilen bir üründür. Baklagil olan ve olmayan tüm bitkilerde uygulanabilen yüksek kalitede dondurularak kurutulmuş bir mikrobiyal inokülasyon (Aşı)'dur. Yüksek performanslı azot bağlayıcı mikroorganizmalardan oluşur. TwinN; tüm bitkilere atmosferde var olan (% 78) doğal azot kaynağını verimli, ekonomik, güvenli ve çevre dostu olarak sunmaktadır. Bu çalışmada; 2011-2012 yetiştirme sezonu içerisinde buğdayın kardeşlenme (Z-23) ve sapa kalkma (Z-36) dönemlerinde olmak üzere iki kezTwin-N uygulaması yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlı kurulan bu denemede tohumluk materyali olarak bölgemizde yaygın olarak ekilen Adana-99 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Uygulamalar; Y1: Kontrol (15 kg/da DAP+35 kg/da ÜRE), Y2: Sadece 15 kg/da DAP, Y3: 15 kg/da DAP+17,5 kg/da ÜRE, Y4: % 100 Y1+Twin-N, Y5: % 75 Y1+Twin-N, Y6: % 50 Y1+Twin-N ve Y7: % 25 Y1+Twin-N olmak üzere toplam 7 adettir. Bu çalışmada buğdayların farklı gelişme dönemlerinde gerçekleştirilen Twin-N uygulamalarının buğdayın bazı agronomik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Alınan gözlemler ve yapılan varyans analizleri sonucunda uygulamaların hektolitreye ağırlığı (kg/hl) üzerine olan etkileri istatistiki olarak büyük farklılıklar göstermemişken; bitki boyu (cm), birim alandaki başak sayısı (adet/m²), bin-dane ağırlığı (g) ve verim (kg/ha) üzerine olan etkileri ise istatistiki olarak % 5 önem seviyesinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Verim değerleri açısından en yüksek değer 8002.2 kg/ha ile pozitif kontrol+Twin-N uygulamasından (Y4) elde edilmiştir. Kontrolde Twin-N uygulaması; pozitif kontrol olarak nitelendirdiğimiz geleneksel uygulamamıza (Y1) göre 360.7 kg/ha (% 4.72) daha fazla verim artışına sebep olmuştur. Bu tek yıllık sonuçlara göre de buğdayda Twin-N uygulamasının üst gübre olarak üre kullanımında % 25 (87.50 kg/ha) ve dolayısıyla da saf azot kullanımında da 40.25 kg/ha tasarruf sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:PGPR, biyolojik azot fiksasyonu (BNF), biyokontrol, biyolojik gübre

The Effects of Twin-n Applications on Yield and Some Yield Factors on Bread Wheat

Abstract

TwinN is a product obtained by selecting the linking nitrogen beneficial microorganisms. High performance consists of nitrogen-fixing microorganisms. All plants that exist in the atmosphere (78%) of natural nitrogen source, efficient, economical, safe and environmentally friendly offers. In this study; 2011-2012 growing season for wheat in the tillering (Z-23) and bolting (Z-36) twice in the period, including Twin-N application is made. Randomized block design according to the four established repeated this experiment in Adana-99 bread wheat varieties commonly planted in our region is used as seed material. Totally 7 applications were performed as; Y1: Control (15 kg/da DAP+35 kg/da UREA), Y2: 15 kg/da DAP only, Y3: 15 kg/da DAP+17.5 kg/da UREA, Y4: 100% Y1+Twin-N, Y5: 75% Y1+Twin-N, Y6: 50% Y1+Twin-N, and Y7: 25% Y1+Twin-N. In this study, the effects on the agronomic characteristics of wheat held Twinn application in different growth stages of wheat were investigated. As for the yield values; the highest value has been found as 8002.2 kg/ha in control+Twin-N application (Y4). Control+Twin-N application has provided a 360.7-kg/ha (5%) more yield increase compared to our conventional practice (Y1), which is considered as positive control. Similarly, a comparison of Y3 and Y6 showed a 341.8 kg/ha (5%) yield increase from TwinN although this difference was not statistically significant. Control (Y1) and the method we deducted 25% of

^{(1)*}Mapleton Tarımsal Teknoloji Dağ. Sat. İth. İhr. Tic. Ltd. Şti.-Adana

⁽²⁾Mapleton Agri Biotech Pty Ltd-Australia

⁽³⁾Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Adana

the top-fertiliser, namely the method we used the 75% of the top-fertiliser and used Twin-N (Y5) have fallen into the same group (ab) statistically. It has been found in consideration of this single-year results that Twin-N application for wheat provided a 25% saving in top-fertiliser usage.

Keywords: PGPR, biological nitrogen fixation (BNF), biocontrol, biological fertilizer

Giriş

Toprak çok sayıda ve çeşitlilikte mikroorganizma topluluklarını barındırmaktadır. Bu mikroorganizma toplulukları arasında bitki kökleri ile ilişkili olan bakterilere kök bakterileri denir. Bu kök bakterilerinin, bitki kökleri ile olan etkileşimleri göz önüne alındığında bir kısmının yararlı, bir kısmının zararlı etkide bulunduğu görülmektedir. Yararlı etkide bulunan kök bakterilerinin bazıları bitkilerde gelişmeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı gibi rol oynayarak ya da her iki şekilde de davranarak bitkilere yararlı etkide bulunmaktadırlar (Romerio, 2000). Bu tür yararlı etkide bulunan kök bakterileri için bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) ifadesi kullanılmaktadır. Bu terim ilk kez 1978 yılında kullanılmıştır (Kleoppe ve Schroth, 1978).

Son yıllarda PGPR gruplarından olan mikroorganizmaların önemi giderek artmakta olup bu nedenle ticarileşmesi de hız kazanmaya başlamıştır. Başarılı bir PGPR formülasyonunun geliştirilebilmesi için rizobakterilerin bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar arasında; yüksek rizosfer yeteneğine sahip olması, yüksek rekabette saprofit yeteneğe sahip olması, bitki gelişimini artırması, kütesini kolay çoğaltabilmesi, geniş hareket yeteneğine sahip olması, mükemmel ve güvenilir kontrol sağlaması, çevreye güvenli olması, diğer kök bakterileri ile uyumlu olması, kuraklık, sıcaklık, okside edici ajanlar ile UV'ye karşı toleranslı olması ve radyasyona toleranslı olması özellikleri sayılabilir (Jeyarajan ve Nakkeeran, 2000).

Tarımsal üretimde kalite ve verimi artırmak amacıyla kullanılan kimyasalların uzun vadede oluşturmaya başladığı hasarının farkına varan araştırmacılar yıllardır kimyasallara alternatif çözümler arayışı içindedirler. "Organik Tarım", "Entegre Mücadele", "İyi Tarım Uygulamaları" gibi başlıklar altında sentetiklerin girdisini

minimuma indirmeyi amaçlayan çalışmalar araştırmalarda oldukça geniş yer almaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında PGPR'ler bitkinin büyümesine olumlu yöndeki faydaları, hastalık kontrolündeki etkinliği ve bitkinin sistemik dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri ile biyolojik preparat üretimi üzerindeki çalışmalar arasındaki yerini gün geçtikçe artırmaktadır (İmriz ve ark. 2014).

Temiz ve organik tarımın esaslarından biri organik ve biyolojik gübrelerle rizosferin takviye edilmesidir. Biyolojik gübreleme sonuçları her bir biyolojik gübre bileşiminde bulunan mikroorganizmaların etkinliği ve tiplerine bağlı olarak değişmektedir. Biyolojik gübre organik formdaki besin maddelerinin mineralizasyonu, besin alımının teşviki ve biyolojik azot fiksasyonu ile çeltik ve buğday gibi tahıllarda önemli üretim artışına neden olmaktadır. *Artrobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Serratia* ve *Rhizobia* familyalarına dahil türler önemli kültür bitkilerinde gelişme ve verimi artırmaktadır (Burdman vd., 2000). Özellikle *Azotobacter* ve *Azospirillum* türlerinin önemli üretim artışlarına neden olduğu belirlenmiştir. İnokulant özelliklerine ve kullanılan tahıl türüne bağlı olarak serbest azot fikserlerinin % 20-50 oranında verim artışı sağladığı ifade edilmiştir (Jagnow, 1987). Bir başka çalışmada ise biyolojik gübreleme ile kontrole göre buğdayda % 259, mısırdan % 112, arpada % 234, balkabağında % 112 ve domateste % 119 kuru madde artışı elde edilmiştir (Saber, 2001).

Ticari gübrelerin olumsuz etkilerini azaltmak ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla son yıllarda besin elementi döngüsünde yer alan mikroorganizmalardan, biyolojik gübre olarak yararlanılır olmuştur (Şahin ve ark., 2004). Bugün Dünya'nın pek çok ülkesinde bitki gelişimini uyarıcı kök bakterilerinin bitkilerde verimi artırıcı etkisi

üzerinde çalışılmaktadır (Chen ve ark., 1996; Romerio, 2000). Söz konusu bakteriler ile çalışmalar Çin'de 1979 yılında başlamış ve 1985 yılında da geniş çapta tarla uygulamalarına geçilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda, bu bakterilerin bazı ürünlerde sağladığı verim artışları şöyledir; çeltik % 16,2; buğday % 11; mısır % 12,5; patates % 22,5; pamuk % 10,4; şekerpancarı % 16,9; karpuz % 15,5; kök sebzelerinde ise % 20'dir (Chen ve ark., 1996). Uruguay'da 1960'lı yılların başından beri bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. İlk başlarda *Mesorhizobium loti*, *Sinorhizobium meliloti* gibi bakterilerle azot fiksasyonu üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar başarıyla uygulamaya aktarılmış ve bugün *Leguminosae* familyasına ait bitkilerin hepsi kendilerine özgü bu *Rizobium* ile inokule edilerek kullanılmaktadır (Arias, 2000).

Faydalı rizobakteriler baklagillere ait bitkilerin köklerinde simbiyotik yaşam sürenler (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*) ve herhangi bir simbiyotik yasama gerek duymadan yaşayanlar (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Azomonas*) olarak simbiyotik ve non-simbiyotik şeklinde 2 grup altında toplanmıştır. PGPR'lerin etki mekanizmaları tam olarak açıklığa kavuşmamakla birlikte birçok ülkede tarımsal üretimi sınırlayan biyotik ve abiyotik faktörlere karşı kullanım potansiyelleri ve mekanizmaları üzerinde çalışmalar artan ilgiyle devam etmektedir (Ram ve ark. 2013).

Suni gübre uygulamasına alternatif çözüm arayışlarında biyolojik PGPR'lerin başarılı bir şekilde kullanılabileceği, böylece kullanılan kimyasalların dozunun azaltılabileceği yapılan çalışmalar sonucu ortaya konmuştur. Herhangi bir gübreleme uygulamaksızın uzunluğu her yıl 4-6 m'ye ulaşan tek yıllık dev sazlık bitkisi (*Arundo donax* L.)'nin rizosferinden, köklerinden ve gövdesinden azot bağlayan ve fosfatı çözebilen bakterileri izole etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada azotu bağlayan bakterileri hem rizosfer hem bitki parçalarından izole ederken, fosfatı çözebilen bakteriler sadece topraktan elde etmişlerdir. Elde ettikleri bakterilerden DNA izolasyonları yapmışlar ve

izolatları 16S rDNA dizi analizi ile moleküler olarak tanılamışlardır. Moleküler çalışmalarının sonucunda N-baglayan bakterilerin P-çözebilen bakteriler'e göre daha fazla çeşitlilik gösterdiğini tespit etmişlerdir. (Xu ve ark. 2011).

İki farklı lokasyonda (Erzurum ve İspir) azotu bağlayan ve fosfatı çözebilen PGPR'ların yalnız ve kombinasyon halinde uygulamaları ile buğdayda bazı verim parametrelerine ve besin içeriğine etkilerini araştırmışlardır. İzolatların bölge koşullarındaki etkinliği hiç uygulama yapılmayan kontrol, tam ve yarı dozda azot uygulaması ile karşılaştırma yaparak değerlendirilmiştir. Yaptıkları çalışma sonucuna göre buğday üretiminde OSU-142, M3 ve *Azospirillum* Sp245 izolatlarının karışım halinde uygulaması ile suni gübreleme oranının % 50 düşürülebileceğini ifade etmişlerdir (Turan ve ark. 2010). Çakmakçı ve ark. (2012)'da yapmış oldukları çalışmalarında azot fikseri ve fosfat çözücü bakterileri kullanarak Muradiye 10 çay klonunda verim ve besin alınımına etkilerini araştırmışlardır. 11 bakteriyel izolatın yaprak element içeriği, gövde çapı, fidan yüksekliği, gövde gelişmesi ve yaprak veriminde artış sağladığını tespit etmişlerdir. Bazı izolatların mineral gübrelemeye esit hatta daha fazla etkinlik gösterdiğini ve bu izolatların biyolojik gübre potansiyelleri olduğunu vurgulamışlardır.

Adana-Yüreğir ovasında buğday için 2011-2012 yetiştirme sezonu içerisinde buğdayda *Azospirillum* spp., *Azorhizobium* spp. ve *Azoarcus* spp. azot bağlayıcı bakterilerini içeren Twin-N biyogübresi kullanımının buğdayda verim ve bazı verim ögeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca buğday tarımında kimyasal gübre kullanımından tasarruf sağlamak, çevre kirliliğini azaltmak ve dolayısıyla da atmosferdeki serbest azottan faydalanmak için Twin-N kullanımı hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deneme; 18.5 kg/da ekim normunda ekilen buğday üretim alanında, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı ve parselleri 1.4 m eninde ve 5 m boyunda olacak şekilde kurulmuştur. Tohumluk materyali

olarak ta bölgemizde yaygın olarak ekilen Adana-99 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Ekim öncesi yapılan toprak analizleri sonucunda toprakta 1.08 kg/da fosfor olduğu saptanmış ve atılması gereken gübre miktarları bitkinin isteği ve topraktaki fosfor bakiyesine göre hesaplanmıştır. Taban gübresi olarak ekimle birlikte 15 kg/da DAP (18-46-0) gübresi yani saf olarak 2.7 kg/da azot (N) ve 6.9 kg/da fosfor (P_2O_5) verilmiştir. Sonuç olarak, topraktaki fosfor miktarı 7.98 kg/da'a tamamlanmıştır.

Yabancı ot mücadelesi içinde; bir seferde olmak üzere, kardeşlenme döneminde 20 cc/da Topik 240 EC ve 15 gr/da Lintur 70 WG karıştırılarak kullanılmıştır. Bölgemizde görülme ihtimali yüksek olan yaprak hastalıklarına karşı da gebecik döneminde, tedbiren 200 ml/da Opera max ilacı atılmıştır. Uygulamalar; Y1: Kontrol (15 kg/da DAP+35 kg/da ÜRE), Y2: Sadece 15 kg/da DAP, Y3: 15 kg/da DAP+17.5 kg/da ÜRE, Y4: % 100 Y1+Twin-N, Y5: % 75 Y1+Twin-N, Y6: % 50 Y1+Twin-N ve Y7: % 25 Y1+Twin-N olmak üzere toplam 7 adettir. Uygulanan gübre dozlarına göre birim alana düşen saf azot miktarları aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Kasım (2011) ve Haziran (2012) tarihleri arasındaki iklim verilerine bakıldığında, uzun yıllar ortalamalarına göre buğday için çok değişik bir yetiştirme sezonu olduğu görülmektedir. Adana'nın toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 543 mm iken bu sezonda 897 mm yağış alınmıştır; yani uzun yıllar ortalamasına göre 354 mm daha fazla yağış gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Yağış rejiminin düzensiz ve fazla olması buğday tarımını olumsuz etkilemiştir. Özellikle 15 Mart ve 30 Nisan tarihleri arasında düşen yağış miktarları uzun yıllar ortalamasından düşük gerçekleştiği için buğday verimi üzerinde olumsuz etki yaratmıştır.

Ayrıca; Aralık ve Ocak aylarında düşen toplam 527 mm yağışta buğdayda yabancı ot mücadelesi ile üst gübreleme işlerini geciktirmiş ve buğday tarımını olumsuz yönde etkilemiştir. Bu yıl içinde düşen toplam yağış

miktarının uzun yıllar ortalamasına göre % 65.28 daha fazla olduğu saptanmıştır.

Değerlendirmeler JUMP 5.0 istatistik programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli çıkan ortalamalar LSD testleri ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Buğdayların farklı gelişme dönemlerinde gerçekleştirilen Twin-N uygulamalarının buğdayın bazı agronomik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Alınan gözlemler ve yapılan varyans analizleri sonucunda uygulamaların hektolitre ağırlığı (kg/hl) üzerine olan etkileri istatistiki olarak büyük farklılıklar göstermemişken; bitki boyu (cm), birim alandaki başak sayısı (adet/m²), bin-dane ağırlığı (g) ve verim (kg/ha) üzerine olan etkileri ise istatistiki olarak 0.05 önem seviyesinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Meydana gelen farklılıklar LSD testine tabi tutulmuş ve aşağıdaki Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Hektolitre ağırlığı değerlerine baktığımızda her ne kadar istatistiki açıdan büyük bir fark oluşmamış ise de, uygulamalar arasında hektolitre ağırlıkları 77.27-79.27 kg/hl arasında değişmiştir. Birinci dereceden verim unsurları arasında yer alan, bin dane ağırlığı değerlerine baktığımızda da en yüksek değerler, kontrol ve kontrol+Twin-N uygulamalarında 49.48 ile 50.18 g olarak saptanmıştır.

Sonuç

Verim değerleri açısından en yüksek değer 8002.2 kg/ha ile kontrol+Twin-N uygulamasından(Y4) elde edilmiştir. Kontrolde Twin-N uygulaması; pozitif kontrol olarak nitelendirdiğimiz geleneksel uygulamamıza(Y1) göre 360.7 kg/ha (% 4.72) daha fazla verim artışına sebep olmuştur. Aynı zamanda üst gübreden % 50 kesinti yaptığımız yöntem(Y3) göre, % 50 üst gübreden kesinti yapılan ve Twin-N uygulanan yöntem(Y6) karşılaştırıldığında Twin-N uygulamasının 341.8 kg/ha (% 5.19) verim artışı sağladığı saptanmıştır. Kontrol(Y1) ve üst gübreden % 25 kesinti yaptığımız yani üst gübrenin % 75'ini verdiğimiz ve Twin-N uyguladığımız yöntemler(Y5) istatistiki olarak aynı grupta (ab)

Buğday Tarımında Twin-N Uygulamalarının Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri

Çizelge 1. Uygulamalarda birim alana düşen saf azot miktarları (kg/ha)

Uygulamalar	Kg N/ha: Ekimde	Kg N/ha: Z23	Kg N/ha: Z36	Toplam Kg N/ha
Y1	27	161	0	188
Y2	27	0	0	27
Y3	27	80.5	0	107.5
Y4	27	161+Twin-N	0+Twin-N	188+2 Twin-N
Y5	27	120.7+Twin-N	0+Twin-N	147.7+2 Twin-N
Y6	27	80.5+Twin-N	0+Twin-N	107.5+2 Twin-N
Y7	27	40.2+Twin-N	0+Twin-N	67.2+2 Twin-N

Y1:Kontrol (15 kg/da DAP+35 kg/da ÜRE), Y2: Sadece 15 kg/da DAP, Y3: 15 kg/da DAP+17.5 kg/da ÜRE, Y4: % 100 Y1+Twin-N, Y5: % 75 Y1+Twin-N, Y6: % 50 Y1+Twin-N ve Y7: % 25 Y1+Twin-N

Çizelge 2. Adana-Hacıali'de 2011-2012 ve uzun yıllar ortalamalarında kaydedilen bazı iklim değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nisbi Nem (%)		
	Uzun Yıl. *	2011-12	Fark	Uzun Yıl. *	2011-12	Fark	Uzun Yıl. *	2011-12	Fark
Kasım	14,9	12,6	-2,3	77	34	-43	63	52	-11
Aralık	10,5	10,0	-0,5	118	225	+107	67	65	-2
Ocak	9,2	8,2	-1,0	94	302	+208	65	75	+10
Şubat	10,0	8,6	-1,4	84	153	+69	63	58	-5
Mart	13,0	11,4	-1,6	63	14	-49	65	55	-10
Nisan	17,3	18,1	+0,8	50	36	-14	67	68	+1
Mayıs	21,4	20,8	-0,6	41	97	+56	66	74	+8
Haziran	25,3	26,7	+1,4	16	36	+20	67	66	-1
				543	897	354			

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü Kayıtları. Adana. *: 1982-2011. 30 Yıllık Ortalama Değerler.

yer almıştır. Bu tek yıllık sonuçlara göre de buğdayda Twin-N uygulamasının üst gübre olarak üre kullanımında % 25 (87.50 kg/ha) ve dolayısıyla da saf azot kullanımının da 40.25 kg/ha tasarruf sağladığı belirlenmiştir.

Kaynaklar

Arias, A. 2000. Plant Growth Promoting Microorganisms in Uruguay: Status and Prospects. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, Cordoba - Argentina.

Burdman, S., Jurkevitch, E., Okon, Y., 2000. Recent advances the use of plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in agriculture. In Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry. Subba, R.N., Dommergues, Y.R.(eds). Vol II Chp. 10, 29-250. Pub. Inc. UK.

Chen, Y., Mei, R., Lu, S., Liu, L.,Kloepper, J.W. 1996. The Use of Yield Increasing Bacteria (YIB) as Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Chinese Agriculture. Management of soil borne diseases. R.S. Utkhede & V.K. Gupta (Eds.). (pp. 165-

Buğday Tarımında Twin-N Uygulamalarının Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri

- 184). Kalyani publishers, Ludhiada, New delhi.
- Çakmakcı, R, Ertürk, Y., Dönmez, M.F., Erat, M., Kutlu, M., Sekban, R., Haznedar A., their Exploitation in Sustainable agriculture. Upadhyay (Ed.). pp. 95-116. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, USA.
- Kleoppper, J.W., Schroth, M.N. 1978. Plant

Çizelge 3. Buğdayın kardeşlenme (Z23) ve sapa kalkma dönemlerinde (Z36) Twin-N uygulamalarının bitki boyu, hektolitreye ağırlığı, başak sayısı, bin-dane ağırlığı ve verim özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Hektolitreye Ağırlığı (kg/hl)	Başak Sayısı (adet/m ²)	Bin-dane Ağırlığı (g)	Verim (kg/ha)
Y1	107 a	78	669 a	50.2 a	7641 ab
Y2	95 c	78	393 e	38.6 c	4607 d
Y3	100 bc	78	551 d	42.5 bc	6575 c
Y4	107 a	79	636 b	49.5 a	8002 a
Y5	106 ab	79	616 b	45.8 ab	7495 ab
Y6	106 ab	78	583 c	43.4 bc	6917 bc
Y7	95 c	77	548 d	38.5 c	5214 d
CV (%)	3.7	1.61	3.3	8.62	8.75
LSD (0.05)	5.7	Ö.D.	28.2	5.64	862

Y1:Kontrol (15 kg/da DAP+35 kg/da ÜRE), Y2: Sadece 15 kg/da DAP, Y3: 15 kg/da DAP+17.5 kg/da ÜRE, Y4: % 100 Y1+Twin-N, Y5: % 75 Y1+Twin-N, Y6: % 50 Y1+Twin-N ve Y7: % 25 Y1+Twin-N

2012. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin Muradiye 10 çay klonunda gelisme, verim ve besin alımı üzerine etkisi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(2), 176-181.
- İmriz G., Özdemir F., Topal İ., Ercan B., Taş M., Yakışır E., Okur O. (2014) Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (pgpr)'ler ve etki mekanizmaları, Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, Cilt: 12 Sayı: 2 Sayfa: 1-19.
- Jagnow, G., 1987. Differences in nitrogenase activity of german cereal cultivars after inoculation of sterile seedlings with *Azospirillum* spp growth of plants with different activity in pots and nitrogenase activity of sterile, inoculated seedlings of the F₁-generation Landbauforsch. Volk. 37 (2): 65-69 .
- Jeyarajan, R., Nakkeeran, S. 2000. Exploitation of Microorganisms and Viruses as Biocontrol Agents for Crop Disease Mangement. In: Biocontrol Potential and Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes. In Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. Vol. 2, pp. 879-882.
- Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013. Role of PGPR in different crops-an overview. Indian J. Seric. 52(1):1-13.
- Romerio, R.S. 2000. Preliminary Results on PGPR Research at the Universidade Federal de Vicosa, Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, Cordoba-Argentina.
- Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. Eng. Life Sci., 1, 217-223.
- Şahin F, Çakmakçı R, Kantar F, 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant Soil, 265: 123-129.
- Turan, M., Gulluce, M., Cakmakci_, R., Oztas, T., Sahi_n, F., Gilkes, R. J., Prakongkep, N., 2010. The effect of PGPR strain on wheat

yield and quality parameters. Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world, Brisbane, Australia, pp:209-212.

Xu, J., Kloepper, J. W., McInroy J., Hu, C. H., Bonilla, R., 2011. Isolation and haracterization of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria from *Arundo donax* L. (giant reed). Proceedings of the 2nd Asian PGPR Conference, Beijing, China, pp:409-415.



Vermikompostun 5 BB/Trakya İlkeren Aşı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Kök Gelişimine Etkisi*

Bekir AÇIKBAŞ¹ Korkmaz BELLİTÜRK²

Özet

Açık koşullarda, tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülen çalışmada; asma fidanı yetiştirme ortamları 10 litrelik saksılarda eşit oranlardaki toprak, torf ve perlit karışımına vermicompostun % 0 (kontrol), % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında ilave edilmesiyle oluşturulmuştur. Bu ortamlarda 5 BB asma anacı üzerine aşıllı Trakya İlkeren asma fidanları yetiştirilmiş ve ortamların vejetatif gelişme özelliklerine etkileri kök parametreleri (kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıkları) bakımından incelenmiştir. Deneme sonucunda yetiştirme ortamına vermicompost ilave edilmesiyle birlikte incelenen kök parametrelerinde artışlar meydana gelmiştir. Ancak bu artışların istatistiksel bakımdan öneme sahip olmadığı anlaşılmıştır. Araştırmada, asma fidanı kök parametreleri bakımından fidan gelişme ortamına % 20 oranında vermicompost ilave edilmesinin, diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Günümüzde solucan dışkısı veya vermikest olarak da adlandırılan vermicompost, bitkilerin beslenmesi için gerekli olan bitki besin elementlerini sağlayan organik bir materyal ve de bir toprak düzenleyicisi olarak üretilmekte ve pazarlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, asma fidanı, kök gelişimi, vejetatif gelişme.

Effects of Vermicompost on Root Growth of Trakya İlkeren/5 BB Grafting Combination Grapevine Saplings

Abstract

The study was conducted in outdoor conditions coincidence parcels placed in pots of 10 liters compared to the experimental design. Grapevine saplings as a growing medium was determined by adding the obtained mixture, vermicomposts 0% (control), 10%, 20%, 30% and 40% to equal amounts of soil, turba and perlite media. The resulting media, aimed to compare the effect on the development of Trakya İlkeren grapevine saplings grafted on 5 BB Rootstock root length, root fresh and dry weight. Increases in root parameters occurred with the addition of vermicompost to growth media. However, it is understood that increases did not found statistically significance. In our study, addition of 20% vermicompost to growth media has been found to give better results than the other applications. Vermicompost, also known as worm castings or vermicast, is being produced and marketed as an organic source for essential plant nutrient elements as well as a soil conditioner nowadays.

Keywords: Vermicompost, grapevine sapling, root growth, vegetative growth.

Giriş

Bağcılık dünyada ve ülkemizde ekonomik önemi yüksek bir tarım dallarından biridir. Üzüm ve ürünleri eskiden beri insan beslenmesindeki önemini korumaktadır. Ayrıca

asmanın anavatanının bir bölümünün ülkemizde bulunduğu inanılmaktadır (Kacar ve Katkat, 2011).

Ülkemizde ekolojik koşullar sebebiyle Doğu Anadolu'da birkaç il ve yüksek yaylalar dışında

⁽¹⁾Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 59100 Süleymanpaşa - Tekirdağ, e-posta: bekir.acikbas@tarim.gov.tr, Tel: 0 282 261 20 42, Faks: 0 282 262 40 61

⁽²⁾Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 59030 Süleymanpaşa-Tekirdağ, e-posta: kbellitürk@hotmail.com.

* Bu çalışma Bekir Açıkbaş'ın yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir.

Vermikompostun 5 BB/Trakya İlkeren Aşı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Kök Gelişimine Etkisi

her yerde bağcılık yapılabilmekte, Karadeniz Bölgesinde ise oransal nemin yüksek olan yerlerde özel önlemler alınarak bağcılık yapılabilmektedir (Eymirli, 2002).

FAO'nun 2013 yılına ait verilerine göre dünya ortalama üzüm verimi 1 078.67 kg da⁻¹ gerçekleşmişken ülkemizde 855.69 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz üzüm üreticisi ülkeler arasında bağ alanı bakımından 5. Sırada ancak üretim miktarları bakımından ise 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2016).

Bağ yetiştiriciliğinde başarının ilk ve en önemli koşulunun sağlıklı, kaliteli, üstün verimli ve vejetatif büyüme gücü dengeli fidanlarla bağ kurmak olduğu belirtilmiştir (Çelik, 2007).

Ülkemizde aşılı asma fidanı dış ticaretinin 2006-2010 yılları arasında yıllık ortalama 1 215 408 adet ithal edilerek, 42 200 adet ise ihraç edilerek gerçekleştiği bildirilmektedir (Çelik, 2012).

Üzüm yetiştiriciliğinde ürün kalitesinin artırılmasında fidan üretiminden başlanarak, uygulanan tekniklerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Çelik ve ark. 2005).

Bağda aşılı asma fidanlarının tutma ve gelişmesi üzerine yapılan araştırmada, farklı dikim ortamlarının içerisinde en yüksek değerler perlit+toprak+turba ortamından elde edilmiştir (Ecevit ve ark. 2000).

Toprak solucanları hem doğal ve hem de tarımsal ekosistemlere önemli hizmetler sağlayan canlılardır. Toprak solucanlarının, bitki besin maddesi mineralizasyonu yoluyla toprak verimliliğine önemli ölçüde katkıları olmaktadır (Bellitürk, 2014).

Vermikompost; organik artık ve/veya atıkların, solucanların kullanıldığı kompostlaştırma işlemi sonucunda elde edilen ürün için kullanılmaktadır. Bununla birlikte vermikompost; vermikest (solucan dışkısı;

gübresini) veya kısaca kest olarak da adlandırılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996). Bu çalışmanın amacı; asma fidanı üretim ortamında vermikompostun farklı oranlarının kullanımıyla fidanların vejetatif gelişme parametrelerinden bazı kök gelişim parametrelerine etkisinin olup olmadığını tespit etmektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma 2015 yılında, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Fidan Üretim Tesisi'nde yürütülmüştür.

Materyal

Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak toprak, torf, perlit ve vermikompost materyalleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan torf ve tarım perlit piyasadaki; vermikompost ise Tekirdağ'da lisanslı olarak üretim yapan bir firmadan temin edilmiştir.

Bitkisel materyal olarak ise 5 BB anacı üzerine aşılı Trakya İlkeren asma fidanları kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme açık alan koşullarında saksı denemesi şeklinde, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir.

Bitki Yetiştirme Ortamı

Asma fidanı yetiştirme ortamı olarak tüplü asma fidanı harcı, hacmen 1:1:1 oranında "toprak+torf+perlit" karışımı olup aynı zamanda bu ortam kontrol uygulamasını oluşturmuştur. Bu harca hacmen % 10, % 20, % 30 ve % 40 olmak üzere değişen oranlarda vermikompost ilave edilmesiyle Çizelge 1'de belirtilen uygulamalar oluşturulmuştur. Tüm

Çizelge 1. Saksılara uygulanan vermikompost ve tüplü asma fidanı harcı miktarları

Uygulama	Harç içeriği (Hacmen)
Kontrol	Vermikompost (%0) + Toprak:Torf:Perlit (1:1:1) (%100)
VK 10	Vermikompost (%10) + Toprak:Torf:Perlit (1:1:1) (%90)
VK 20	Vermikompost (%20) + Toprak:Torf:Perlit (1:1:1) (%80)
VK 30	Vermikompost (%30) + Toprak:Torf:Perlit (1:1:1) (%70)
VK 40	Vermikompost (%40) + Toprak:Torf:Perlit (1:1:1) (%60)

Vermikompostun 5 BB/Trakya İlkeren Aşı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Kök Gelişimine Etkisi

uygulamalar 10 litre hacimde olacak şekilde Çizelge 1'de belirtilen oranlarda vermikompost ve harç karıştırılarak 26x26 cm'lik saksılara doldurulmuştur.

Vejetatif Kök Gelişim Parametreleri

Kök uzunluğu (cm): Deneme saksılarındaki her bitkinin kökleri gövdeden çıktığı noktadan kök uzunlukları cetvel yardımı ile cm cinsinden ölçülmüştür.

Kök yaş ağırlığı (g): Bitki kökleri kesildikten sonra musluk suyu ile yetiştirme ortamından tamamen temizlenerek steril sudan geçirilip kurutma kağıtları üzerinde kısa bir müddet bekletilerek yaş ağırlıkları tartılmıştır.

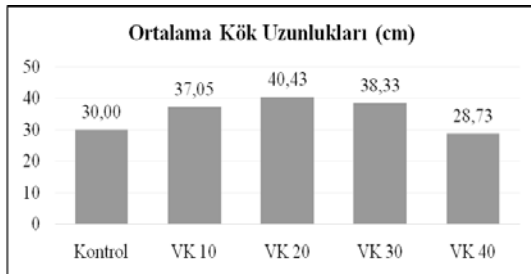
Kök kuru ağırlığı (g): Kök yaş ağırlıkları alındıktan sonra bitki örnekleri 70 °C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş (Kacar, 2014) ve iki tartım değeri arasında fark oluşmadığında ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır.

Uygulamalardan elde edilen veriler JMP 7.0 istatistik paket programı (Acar ve Gizlenci, 2006) kullanılarak, tesadüf parselleri deneme deseninde varyans analizi tekniğine göre istatistiki bakımdan değerlendirilmiştir.

Deneme saksılarındaki yetiştirme ortamlarında aşılı asma fidanları 25.05.2015 ile 13.09.2015 tarihleri arasında yetiştirilmiştir. Kök ile ilgili parametrelerden alınan uzunluk ve ağırlık verilerinin 5 farklı uygulamadaki ortalaması bir parsel değeri olarak saptanmıştır. Zayıf gelişen bitkiler değerlendirmeye alınmamıştır.

Bulgular ve Tartışma

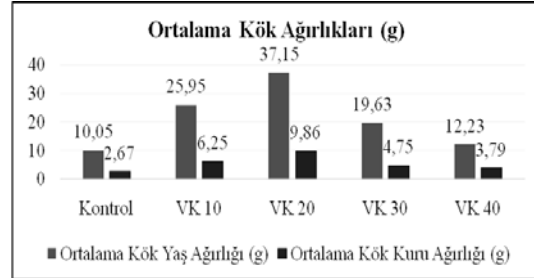
Uygulamalardaki asma fidanlarının ortalama kök uzunlukları Şekil 1'de, ortalama kök yaş ve kuru ağırlıkları ise birlikte olarak Şekil 2'de



Şekil 1. Asma fidanlarının ortalama kök uzunlukları (g)

verilmiştir.

Asma fidan harcına vermikompost ilavesiyle birlikte kontrol uygulamasına göre kök



Şekil 2. Asma fidanlarının ortalama yaş ve kuru kök ağırlıkları (g)

parametrelerinde artışlar gerçekleştiği (VK 10 ve VK 20 uygulamaları), ancak bu artışın fidan harcına VK 20 uygulamasından daha fazla vermikompost uygulanmasıyla birlikte (VK 30 ve VK 40 uygulamaları) azalmaya başladığı görülmektedir.

Şekil 1 ve Şekil 2'deki veriler incelendiğinde vermikompost uygulamalarının en olumlu etkisinin asma fidan harcının % 20'sini vermikompostun oluşturduğu ve VK 20 uygulamasında gerçekleştiği görülmektedir.

İncelenen tüm kök parametrelerinde yalnızca vermikompost içeren yetiştirme ortamları değerlendirildiğinde ise vermikompostun asma fidanı kök gelişimine en az etkisinin en fazla vermikompost içeren fidan harcında (VK 40) olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kontrol uygulaması göz önüne alındığında belirgin bir şekilde asma fidanı yetiştirme ortamına vermikompost uygulanmasının incelenen parametrelerde daha iyi sonuçlar meydana getirdiği anlaşılmaktadır.

Uygulamalarda bulunan asma fidanlarının köklerine ait görseller Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3'teki görseller incelenecek olursa her tekrerde özellikle VK 20 uygulaması başta olmak üzere bu uygulamanın ardından VK 10 uygulamasına da ait asma fidanı köklerinin diğer uygulamalardaki fidanlara göre çok daha iyi geliştiği görülmektedir.

Fidan harcındaki vermikompost oranının % 20'den daha fazla arttığı VK 30 ve VK 40 uygulamalarında kök gelişimindeki gelişme artışının azaldığı görülmektedir.

Kontrol uygulamasındaki asma fidanlarının kök



Şekil 3. Asma fidanlarının kök görünüşleri

Çizelge 2. Asma fidanlarının kök uzunluğu ile kök kuru ve yaş ağırlıkları

	Ortalama Kök Uzunluğu (cm)	Ortalama Yaş Kök Ağırlığı (g)	Ortalama Kök Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol	30.00	10.05	2.67
VK 10	37.05	25.95	6.25
VK 20	40.43	37.15	9.86
VK 30	38.33	19.63	4.75
VK 40	28.73	12.23	3.79
LSD	öd	öd	öd

gelişimleri vermikompost uygulamasındakilerle karşılaştırıldığında, vermikompost içeren fidan gelişim ortamlarında fidan köklerinin nispeten daha sağlıklı geliştikleri gözlemlenmektedir. Söz konusu ortalama kök uzunlukları ile kök yaş ve kuru ağırlıkları verileri JMP 7.0 istatistik programı ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'deki istatistiki değerlendirmede incelenen asma fidanı kök parametrelerinin istatistiki bakımdan öneme sahip olmadığı görülmektedir.

Sonuç

Ülkemiz dünyanın önemli üzüm üreticileri arasında yer almasına karşın birim alana düşen üzüm verimi bakımından diğer önemli üzüm üreticisi ülkelerden daha düşük verimliliğe sahiptir.

Asma fidanı üretimi bakımından ise ithalatçı ülkeler arasında yer almamız diğer bir olumsuzluktur.

Bağıcılıkta başarılı bir yetiştiricilik için sağlıklı fidan kullanılması bağ tesis edilmesinde temel önceliklerdendir. Vermikompost gibi üstün nitelikli organik materyallerin sağlıklı asma

fidanı üretiminde kullanılmasının, fidanların kalitesine katkı sağlaması bakımından elde ettiğimiz çıktılar solucan ürünlerinin önemini ortaya koyması bakımından değer taşımaktadır. Flores (2014) tarafından yapılan çalışma sonucunda vermikompost çayının ahır gübresi kompostuna göre asma köklerini % 15 daha uzun geliştiği durumuna benzer olarak, çalışmamızda kontrole göre asma kök uzunluğu ve ağırlıklarına vermikompostun etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Atmaca (2012) tarafından bildirilen vermikompostun domates ve hıyar fidelerinde biyomas üzerine etkisine benzer olarak çalışmamızda vermikompost asma fidanı kök aksamalarını daha fazla geliştirmiştir.

Çalışmamızda elde edilen tüm veriler ve analizler ışığında; asma fidanı yetiştirme ortamı olarak seçtiğimiz harç karışımına vermikompostun hacimsel olarak % 20 oranında ilavesinin en uygun yetiştirme ortamı olduğu anlaşılmış olup; bu sonuçlar ışığında asma fidanı yetiştirme ortamlarına (harçlarına) % 20 oranında vermikompost ilavesi önerilebilir.

Çalışmamızda kontrol uygulamasına göre vermikompost uygulanan ortamların nispeten daha kuvvetli fidanlar meydana getirdiği, daha fazla kök aksamı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Söz konusu vejetatif artışlardan vermikompostun bitkilerde daha fazla mineral madde meydana getirdiği tahmin edilmektedir. Kuvvetli kök gelişimine sahip olduğu bildirilen asma bitkisi uygun toprak ortamında kuvvetli kök gelişimi sağlayarak köklerini toprağın derinliklerine kadar geliştirebildiği (Çelik ve ark. 1998) gibi vermikompostun uygulandığı uygun fidan gelişme ortamında da kök sistemini gelişimde de farklı olduğu çalışmamızla anlaşılmıştır.

Özetle vermikompost; toprakta hava-su tutma kapasitesini artırır, organik azot ve diğer besin elementlerini artırarak toprak verimliliğini pozitif olarak destekler, bitkilerin lifli kök sistemlerini güçlendirir, bitki büyümesini, çiçek ve meyve verimini artırır, bitkileri bazı hastalıklara karşı dirençli kılar.

Kaynaklar

- Acar, M., Gizlenci, Ş. (2006). Tarımsal Araştırmacılar İçin JMP Kullanımı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun.
- Atmaca, L. (2012). Fide Yetiştirme Ortamı Olarak Vermikompost Kullanımının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- Bellitürk, K. (2014). Tarımda Vermikompost Uygulamaları. <http://korkmazbelliturk.com.tr/dosya/547208962.pdf> Erişim tarihi: 03.09.2016.
- Çelik, H., Çelik H, Ağaoğlu YS, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu G (1998). Genel Bağcılık. s.24, Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 1, Ankara.
- Çelik, H., Çelik, S., Kunter, B. M., Söylemezoğlu, G., Boz, Y., Özer, C., Atak, A. (2005). Bağcılıkta Gelişme ve Üretim Hedefleri. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Çelik, H. (2012). Türkiye Bağcılığı ve Asma Fidanı Üretimi-Dış Ticareti ile İlgili Stratejik Bir Değerlendirme. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, Yıl:1 Sayı:4 Ankara.
- Çelik, S. (2007). Bağcılık (Ampeloloji). s.22, Cilt I, Anadolu Matbaacılık – İstanbul. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
- Ecevit, F. M., Özçelik, E., Göktürk Baydar, N. (2000). Aşılı Asma Fidanlarının Tutma ve Gelişme Özellikleri Üzerine Dikim Ortamlarının Etkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, Ödemiş-İzmir.
- Edwards, C. A., Bohlen, P. J. (1996). Biology and Ecology of Earthworms. 3rd Edition Chapman and Hall, New York.
- Eymirli, S., (2002). Örtü Altında Sofralık Üzüm Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM, Alata Bahçe Kültürleri Arş. Ens., Yay.No:19, Erdemli/Mersin.
- FAO (2016). <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> Erişim tarihi, 09.09.2016

- Flores, K. M. (2014). Root Stimulation Using Vermi-products in Grape Vine Propagations. Wine and Viticulture Department, Viticulture Concentration, California Polytechnic State University, San Luis Obispo (CPSU, SLO) <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=wvisp> (Erişim tarihi: 09.09.2016).
- Kacar, B., Katkat, A. V. (2011). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. 446-457, 4. Basım Nobel Akademik Yay. Eğ. Dan. Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 21, Ankara,
- Kacar, B. (2014). Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri 2, Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri. s.43, Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:910, Ankara.



Biyostimulantların Sınıflandırılması ve Türkiye’deki Durumu

Barkın KÜLAHTAŞ^{1*}

Burçin ÇOKUYSAL¹

Özet

Biyostimülantlar, bitki gelişimini, bitkilerin beslenmesini, ürün kalitesini ve verimini olumlu yönde etkilemek; bitkilerin strese dayanıklılığını arttırmak amacıyla; bitkilere yapraktan, topraktan veya tohuma uygulanan, içeriğinde organik veya inorganik bileşikler, mikroorganizmalar bulundurabilen, ayrıca bazılarının toprak yapısını düzenleyici etkileri de bulunan materyallerdir. Sözü edilen materyaller Türkiye’de 2002 yılından itibaren izinli olarak tüketilmekte olup, dünya çapında pazarının 2016-2021 yılları arasında, yıllık % 10.4 artış ile 2.91 milyar Amerikan Doları olması beklenmektedir. Anılan ürünlerin endüstrileri özellikle Amerika ve Avrupa kıtalarında bulunmaktadır. Biyostimülantlar; genel olarak değerlendirildiğinde zararlılar üzerine doğrudan etkili olmadıkları için pestisit sınıfına dâhil edilmemektedirler. Ülkemizde ise, 17/2/1999 tarihli ve 23614 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Zirai Mücadelede Kullanılan Pestisit ve Benzeri Maddelerin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmeliğin 4 üncü maddesinde yer alan “Pestisit Benzeri Maddeler” tanımına “tuzaklar” ifadesinden sonra gelmek üzere “bitki aktivatörleri” ifadesi eklenmiştir. Ancak bununla birlikte sözü edilen ürünler; içeriklerinde bitki besin elementi bulunmasına bakılmaksızın gübre sınıfına da dâhil edilmemektedirler. Biyostimülantların sınıflandırmaları tamamen kesinleşmemekle birlikte, bazı araştırmacılar tarafından önemli kategorileri belirlemiştir. Bu kategoriler; humik ve fulvik asitler, amino asitler ve diğer azotlu bileşikler, deniz yosunu ve bitki ekstraktları, kitin ve kitosan benzeri polimerler, inorganik bileşikler, yararlı mantarlar ve yararlı bakteriler şeklindedir. Bu çalışmada biyostimülantlar, belirtilen kategoriler altında incelenmiş olup, biyostimülant uygulamalarının bitki fizyolojisine, bitkilerin besin elementi alımlarına ve stres toleransına etkileri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amino Asit, Bitki Aktivatörü, Biyostimülant, Fulvik Asit, Humik Asit.

Categorization of Biostimulants: Current Situation in Turkey

Abstract

Biostimulants are the substances that are applied to plants as root, foliar and seed applications, which are enhancing plants’ growth, nutritional status, stress resistance, quality and yield. Biostimulants may contain organic, inorganic compounds and microorganisms together or as individual. Some of the ingredients of biostimulants maintain soil structure. Biostimulants are permitted to use in agriculture in Turkey since 2002, also their global market is estimated 2.91 USD by 2021, at a compound annual growth rate of 10.4% from 2016 to 2021. Most of the industries of mentioned products are located in USA and Europe. In general; biostimulants do not directly affect pests, so they are not classified as pesticides. In Turkey; these products are added to Official Newspaper’s (17th of February 1999, Issue No: 23614) “Pesticide Like Materials” definition, following the signification of “insect traps” as “plant activators” in 2002. Biostimulants are not classified as fertilizers regardless of they comprise nutrients or not. Their classification is still uncertain although some researchers specified the important categories. These categories are; humic and fulvic acids, amino acids and other N containing compounds, seaweed and plant extracts, chitin and chitosan biopolymers, inorganic compounds, beneficial fungi and beneficial bacteria. This review examines the biostimulants under the mentioned categories and their effects on plants’ physiology, nutrient uptake and stress tolerance.

Keywords: Amino acid, Plant Activator, Biostimulant, Fulvic Acids, Humic Acids.

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova-İZMİR

Giriş

Tarımsal üretimde verim ve kalite, karşılaşılan biyotik ve abiyotik stres etmenleri, üretim maliyetlerinin düşürülmesi için gübre ve ilaç uygulamalarının kısıtlanması nedeniyle olumsuz etkilenmektedir. Öte yandan, üretimi yapılan yeni çeşitlerin besin elementi ihtiyacındaki artış, ek olarak, artan gübre ve pestisit uygulamaları sonucunda hem doğal kaynaklarda hem de üretimi yapılan tarımsal bitkilerde kalıntılar bulunmakta, bu durum kaliteyi etkilediği kadar, halk sağlığını da etkilemektedir. Biyostimülantlar; bitki gelişimini, bitkilerin beslenmesini, ürün kalitesini ve verimini olumlu yönde etkilemek; bitkilerin strese dayanıklılığını arttırmak amacıyla; bitkilere yapraktan, topraktan veya tohumla uygulanan, içeriğinde organik veya inorganik bileşikler, mikroorganizmalar bulundurabilen, ayrıca bazılarının toprak yapısını düzenleyici etkileri de bulunan materyallerdir (EBIC, 2013). Biyostimülantların sınıflandırmaları tamamen kesinleşmemekle birlikte, kimi araştırmacılar (du Jardin 2015) tarafından önemli kategorileri belirlemiştir. Bu kategoriler; humik ve fulvik asitler, amino asitler ve diğer azotlu bileşikler, deniz yosunu ve bitki ekstraktları, kitin ve kitosan benzeri polimerler, inorganik bileşikler, yararlı mantarlar ve yararlı bakteriler şeklindedir. Öte yandan Kauffman ve ark. (2007) biyostimülantları üretildikleri kaynaklara ve içeriklerine göre humik bileşenler, deniz yosunu ekstraktları ve amino asit içeren ürünler olmak üzere üç başlıkta sınıflandırmışlardır. Bu derlemede biyostimülantların önemli kategorileri incelenmiş olup, bitkilerin beslenmeleri ve kimi fizyolojik özellikleri üzerine etkileri açıklanmıştır.

İnokulantlar (Aşı Materyalleri)

Tarımda kullanılan mikrobiyal inokulantlar; biyopestisitler ve biyolojik gübreler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Özellikle biyolojik gübreler biyostimülant grubuna girmektedir. Biyolojik gübreler; içerisinde canlı mikroorganizmalar bulunduran tarımsal girdiler olup, tohumla, bitkilerin farklı yüzeylerine ve toprağa uygulanabilmektedirler.

Sözü edilen girdilerin kullanımı durumunda bitkilerde besin elementi alımında, kök biyokütlesinde, kök alanında ve bitkilerin besin elementlerini topraktan kaldırma kapasitelerinde artış gözlenmektedir (Vessey, 2003). Anılan biyostimülant grubunun içeriğinde yararlı bakteriler, mantarlar, mikoriza mantarları bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar toprak, bitki artıkları, su ve kompostlaştırılmış organik gübrelerden izole edilmektedirler. Öte yandan, biyolojik gübreler arasında bulunan PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler) ve PGPB (plant growth promoting bacteria, bitki gelişimini teşvik eden bakteriler) bitkilerin kök çevresinde bulunan rizosfer bölgesinden izole edilmişlerdir. Mikrobiyal inokulantların geliştirilmesindeki anahtar faktör onların ticari formülasyonlarıdır. Seçilerek inoküle edilmiş mikroorganizmalar ticari formülasyonlarda canlılıklarını korumalı ve aşılandıkları tarlalarda da beklenen etkiyi göstermelidirler. Benzer şekilde; tohumdan veya yapraktan uygulanan bu preparatların kimyasal gübreler ve bitki koruma ürünleri ile uyumlu olmaları da son derece önemlidir.

Mikrobiyolojik Gübreler

Biyogübreler toprağı N fiksasyonu, P ve K mineralizasyonu yoluyla bitki besin elementleri ile zenginleştirirken; bitki büyüme düzenleyicileri ile bitki gelişimini teşvik etmektedirler. (Sinha ve ark. 2014) Mikroorganizmaların aktivatör olarak çalışması; asimbiyotik N fiksasyonu, bitki besin elementi çözünürlüğündeki artış, siderofor üretimi ile Fe’in alınımındaki artış ve uçucu organik bileşiklerin üretimi şeklindedir. Bu bakterilerin ait oldukları cinsler daha çok *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas*’tır (Çakmakçı 2005). *Azotobacter* bakterileri sahip oldukları farklı metabolik fonksiyonları ile N döngüsünde

önemli bir yere sahiptirler (Sahoo ve ark.2013). Sözü edilen bakterilerin N fiksasyonundaki görevlerine ek olarak, tiamin, riboflavin gibi vitaminler ve oksin, giberellin, sitokinin gibi hormonları da sentezlemektedirler (Abd El-Fattah ve ark. 2013). *A. Chroococcum* bitki kökü etrafındaki patojen mikroorganizmaları baskılayarak (Mali ve ark. 2009); tohum çimlenmesini ve kök gelişimini teşvik etmektedir (Gholami ve ark. 2009).

Azospirillum spp. bakterileri de bitki kökleri ve hatta kök içindeki dokular ile ilişki içerisinde bulunmaktadır. Farklı araştırmalarda *Azospirillum* türlerinin bitkilerdeki N içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Buğdayda *A. Brasilense* ve *A. Lipoferum*’un etkinliği ile toplam N’un %7-12’si (Malik et al. 2002), şeker kamışında ise toplam N içeriğinin %60-80’nin *A. Diazotrophicus*’un N fiksasyonu ile meydana geldiği bildirilmiştir (Boddey et al. 1991). Özellikle mısır, sorgum ve darı gibi C-4 bitkilerine tavsiye edilen bu mikrobiyal gübreler yılda 2-4 kg N da⁻¹ N fikse edebilmelerinin yanında, metabolik aktiviteleri sonunda bitki gelişim düzenleyici maddeleri de üretmektedirler (Okur ve Ortaş 2012). Öte yandan bu bakteri cinsi, bitki köklerinde nodül oluşturmazlar.

Rhizobium bakterilerinin, bitkiler ile simbiyotik kurdukları yaşam sonucu, atmosferde bulunan N’u bitkiler için kullanılabilir N formlarına dönüştürdükleri, bu sayede tarımı yapılan bitkilerde verimi arttırdıkları uzun yıllardır bilinmektedir (Sharma ve ark. 2011). Farklı sıcaklıklara dayanıklı olan bu bakteriler, genellikle kök tüylerinden köke girerek, çoğalırlar ve kökte nodüller oluştururlar (Nehra ve ark. 2007).

Öte yandan, su baskınına uğramış çeltik tarlalarında kullanılan bir diğer önemli biyolojik gübre ise; siyonobakteri grubundan *Anabena*’dır. *Anabena* ile ortak yaşayan su eğreltisi *Azolla*’nın anılan simbiyotik ilişkisi sonucu, topraklara önemli miktarda N kazanımı sağladığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Okur ve Ortaş 2012; Taiz ve Zeiger 2008).

Bazı mikroorganizmalar toprakta bulunan besin elementlerinin, gelişme ortamındaki alınabilirliğini arttırmaları, böylelikle bitkilerin bu

elementleri daha verimli bir şekilde alabilmesine olanak sağlarlar. *Pseudomonas* spp. (Malboobi ve ark. 2009), *Bacillus* spp. (de Freitas ve ark., 1997; Sahin ve ark., 2004), *Burkholderia* spp. (Tao ve ark., 2008), *Streptomyces* spp. (Chang ve Yang, 2009), *Achromobacter* spp. (Ma ve ark., 2009), *Micrococcus* spp. (Dastager ve ark., 2010), *Flavobacterium* spp. (Kannapiran ve Ramkuma, 2011), *Erwinia* spp. (Rodriguez ve ark., 2001), ve *Azospirillum* spp. (Rodriguez ve ark., 2004) bakterilerinin topraktaki P’u alınabilir formlara dönüştürdüğü farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Mikroorganizmaların P’u çözündürmede en çok kullandıkları mekanizmalar; organik asitlerin üretimi (Goldstein, 1995) ve fosfatazların üretimi mekanizmalarıdır (Rodriguez ve ark. 2006). Organik asitler bitkiler tarafından alınamayan P formlarından alınabilir P formlarına hidroksil ve karboksil grupları vasıtası ile dönüşürler (Kpombrekou ve Tabatabai, 1994).

Fosfora benzer şekilde toprakta bulunan K da özellikle *Bacillus* bakterileri tarafından alınabilir K⁺a dönüştürülmektedir. Sözü edilen bakteriler toprakta bulunan mika, illit ve ortoklas kil minerallerini, ürettikleri organik asitlerin yardımıyla parçalayarak K⁺ iyonlarını açığa çıkarmaktadırlar (Sheng ve He 2006).

Tarımda bitkilerin gelişimini destekleyen bakterilerin kullanımı sadece bitkilerin beslenme durumunu olumlu yönde etkilemekle kalmayarak, bitkilerin strese karşı korunmalarına da olanak sağlamaktadır. Paul ve Nair (2008) *Pseudomonas fluorescens* bakterilerinin ürettiği ozmolit ve tuz stresi ile uyarılan proteinler ile bitkilerin tuz stresinden daha az etkilendiğini bildirirler iken, Baharlouei ve ark. (2011) bazı *Pseudomonas* bakteri suşlarının kanola ve arpada IAA, siderofor ve ACC deaminaz enzimi üretimi ile bitkileri ağır metal stresinden koruduklarını belirtmişlerdir.

Mikorizalar

Mikorizalar, bazı bitki türlerinin kökleri ile simbiyotik ilişki kurarak, bitkilerin topraktan besin elementlerini daha fazla almalarını sağlayan, bitkiye parazit olmaktan çok, destekçi olarak rol üstlenen mantar türleridir.

Mikorizaların anılan etkileri yardımıyla, bitkilerde büyümenin, gelişmenin, patojenlerden ve çevresel stres etmenlerinden korunmalarının teşvik edildiği saptanmıştır (Lamabam ve ark. 2011). Sözü edilen mantarlar toprakta bitkilerin alamadıkları özellikle P, Zn ve diğer mikro besin elementlerini hifleri aracılığıyla alarak, misellerinin yardımıyla kökteki korteks hücrelerine kadar taşıdıkları çalışmalar ile ortaya konmuştur (Smith ve ark. 2011). Doğadaki bitki türlerinin %96’sından fazlası mikoriza mantarları ile simbiyotik yaşam ilişkisi içindedirler (Ortaş ve ark. 1999). Mikoriza mantarlarının, yararlı bakteriler ile ortak uygulanması, bitkilerin beslenme durumlarını olumlu yönde etkilemektedir (Bhardwaj ve ark., 2014). Toprak işleminin yapılmadığı veya minimum düzeyde yapıldığı koşullarda, toprakta bulunan *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Cyanobacter*, grubu bakteriler topraktaki P ve K’u alınabilir hale getirirken, mikorizalar da bu elementlerin alınımını arttırmaktadır (Doğan ve ark. 2011; Aziz ve ark. 2012). *Pseudomonas* spp. ve *Acinetobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Bacillus* spp., ile uygulanan mikorizanın bitkilerde Zn alımında artış sağladığı gözlenirken (Yazdani ve Pirdashti, 2011); farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda sözü edilen bakteriler ve mikoriza uygulamalarının Cu, Mn (Liu ve ark., 2000), Ca, Mg (Giri ve Mukerji, 2004; Khan, 2005), ve S (Banerjee ve ark. 2006) konsantrasyonlarını da arttırdığı bildirilmiştir.

Humik Bileşenler

Humik bileşenler; bitki besin elementi yarayışlılığını kontrol etmek, toprak ve atmosfer arasındaki C ve O değişimini sağlamak, toksik kimyasalların farklı bileşenlere dönüşmesini veya taşınmasını sağlamak gibi görevler üstlenmişlerdir (Piccolo ve Spiteller 2003). Kelleher ve Simpson (2006)’ya göre, topraklardan ekstrakte edilen humik bileşenler, bitkiler ve toprakta yaşayan mikroorganizmaların mutlak ihtiyaçları olan proteinleri, karbonhidratları, alifatik biyopolimerleri ve lignini içermektedir. 1980’li yıllardan itibaren fulvik asitlerin ve düşük molekülü humik asitlerin hormon benzeri

etkileri kabul edilmektedir (Albuzio ve ark. 1989). Humik bileşenler yapılarında bulunan fonksiyonel grupların yardımıyla metal iyonları ile kompleks oluşturabilirler. Böylece bitkilerin beslenme durumunu da olumlu yönde etkilemektedirler.

Humik Asitler

Yapılan çalışmalar humik asitlerin farklı bitkilerde bitki gelişimi, verim ve kalite üzerine etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Domateste (Adani ve ark. 1998, Canellas ve ark. 2011), buğdayda (Tahir ve ark. 2011), mısırdaki (Canellas ve ark. 2002, Canellas ve ark. 2009, Eyheraguibel ve ark. 2008), biberde (Cimrin ve ark. 2010) humik asit uygulamalarının lateral kök veya genel olarak fide köklerinin gelişimlerinin olumlu etkilendiği saptanmıştır. Humik asit uygulamaları şaraplık bağlarda (Morad ve ark. 2011) tadım kriterlerini iyileştirirken, fesleğende yapraktan uygulanması durumunda yağ içeriğinin arttığı saptanmıştır (Befrozfar ve ark. 2013). Sözü edilen, fesleğende yapılan çalışmada, bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin de humik asitler ile beraber uygulanması durumunda, yağ içeriği artmıştır. Verim ve çiçek sayısı, bitki başına meyve sayısı, meyve oluşumu, ortalama meyve ağırlığı, uzunluğu, çapı gibi verim ile ilgili özellikler humik asit uygulamalarından olumlu yönde etkilenmektedirler. Topraklı serada iki yıl süre ile, biber üzerinde yapılan çalışmalarda humik asit uygulamalarının verim ve kalite üzerine olumlu etkileri saptanmıştır (Karakurt ve ark. 2009).

Humik asitlerin tarımdaki etkisi sadece toprağın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri üzerine olmamakla beraber, bitkilerin strese dayanıklılıkları üzerine de yapılan çalışmalar; humik asitlerin olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan bazı çalışmalarda humik asit uygulamalarının fasulyede (Aydın ve ark. 2012), mısırdaki (Mohamed 2012), krizantemde (Mazhar ve ark. 2012) ve fıstık ağaçlarında (Moghaddam ve Soleimani 2012) tuz stresinden korunmada etkili olduklarını göstermiştir. Ayrıca Garcia ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda su kıtlığı koşullarında, çeltikte, humik asit

uygulamalarının klorofil, karotenoid, protein ve karbonhidrat içeriği gibi fotosentetik kapasite ile ilişkili fizyolojik parametrelerde olumlu sonuçlar saptamışlardır.

Çoğu humin bileşenler bitki hücrelerinin hücre duvarlarına tutunarak kökten alınır ve gövdeye taşınırlar (Nardi ve ark. 2009). Bu sayede bitkilerde oksin benzeri etkilerde bulunarak lateral kök gelişimine katkıda bulunurlar. Canellas ve ark. (2009)'ın yaptığı bir çalışmada humik asitler kök hücrelerinde ATPaz aktivitesini artırarak kök alanını ve kök yoğunluğunu olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca humik bileşenlerin uygulanması durumunda, artan reaktif oksijen türevleri (ROS) oksin metabolizmasını harekete geçirerek, kök gelişimini hızlandırmaktadır. Böylece bitkilerin gelişimleri, biyotik ve abiyotik stres etmenlerine karşı dayanımı artmaktadır (Suzuki et al. 2012). Öte yandan, yüksek oranda humik bileşenlerin uygulandığı çalışmalarda ise; artan ROS seviyeleri lipid peroksidasyonuna dolayısıyla kök büyümesi ve gelişiminde gerilemeye neden olmaktadır.

Fulvik Asitler

Fulvik asitler; daha fazla içerdikleri karboksil grupları nedeniyle humik asitlere göre daha yüksek kation değişim kapasitesine sahip olarak, daha fazla kasyonu adsorbe edebilmektedirler (Bocanegra ve ark. 2006). Küçük molekül boyutuna sahip olmalarından ötürü; fulvik asitler biyolojik membranlardan geçebilmektedirler. Fulvik asitlerin sözü edilen hem şelatlayıcı özellikleri hem de hücre membranlarından geçme özelliklerinden dolayı, Fe ve diğer mikroelementlerin yararlılığı ve taşınması üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Bocanegra ve ark. 2006).

Humik asitlere benzer şekilde, fulvik asitlerin de kök gelişimi üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Dobbss ve ark. 2007, Lulakis ve Petsas 1995). Ayrıca fulvik asit uygulamalarının kök üstü organlara da olumlu etkileri gözlenmiştir. Domateste sürgün gelişimi (Lulakis ve Petras 1995), buğday ve mısırdaki sap kuru ağırlığının artışı (Anjum ve ark. 2011, Eyheraguibel ve ark. 2008, Dunstone ve ark. 1988) ve hıyarda (Rauthan ve Schnitzer 1981)

çiçek sayısında artış fulvik asit uygulamaları ile sağlanmıştır.

Rauthan ve Schnitzer (1981)'in yaptıkları araştırmalarda, Hoagland çözeltisinde yetiştirilen hıyarda fulvik asitlerin N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe ve Zn alımını arttırdığı bulunmuştur. Xudan (1986) ise fulvik asitlerin buğdayda ^{32}P alımını arttırdığını bildirmiştir. Esteves da Silva ve ark. (1998) yürütmüş oldukları modelleme çalışmasında fulvik asitlerin Fe^{+3} ile kompleks oluşturarak bitkiler tarafından alınabilir hale getirdiğini belirtmişlerdir.

Fulvik asitlerin bir diğer önemli etkisi de bitkilerin stres koşullarında gelişimlerine etkileridir. Asp ve Berggren (1990); Al'un bitkilerin Ca yönünden beslenmesini kısıtladığını, yetiştirme durumunda Fulvik asit bulunması durumunda ise; bitkilerin Ca alımlarının arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar; sözü edilen durumda, yetiştirme ortamında bulunan fulvik asitlerin Al ile kompleks oluşturduğunu, bu sayede bitkilerin Ca yönünden beslenmesinin olumlu etkilendiğini dile getirmişlerdir. Shadid ve ark. (2012) baklada yürüttükleri çalışmada, yetiştirme ortamında düşük konsantrasyonlarda uygulanan fulvik asitlerin, yetiştirme ortamında bulunan Pb^{2+} ile kompleks oluşturarak bitkileri toksisiteden koruduklarını gözlemlemişlerdir. Anjum ve ark. (2011a) tarafından mısırdaki kuraklık stresinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise püskül oluşumu sırasında yapraktan uygulanan fulvik asitler bitki gelişimi ve verim ile ilgili parametrelerde artış göstermiştir. Aynı araştırmacıların yayınlamış oldukları bir başka çalışmada (Anjum ve ark. 2011b) ise, fulvik asitlerin bitki fizyolojisi üzerine etkileri, bitki gelişimini ve stres toleransını teşvik eden özellikleri ortaya konmuştur. Fulvik asitlerin fotosentez, solunum oranı ve hücreler arası CO_2 konsantrasyonunu arttırdığı gözlenmekle beraber, kuraklığın uygulandığı ve uygulanmadığı bitkilerde prolin artışı da görülmüştür.

Protein Hidrolizatları ve Amino Asitler

Bitkiler gelişimleri ve stres etmenlerine dayanıklılıklarını arttırmak amacıyla amino asitleri ve peptidleri doğrudan

kullanabilmektedirler (Ertani ve ark. 2009, Watson ve Fowden 1975). Sözü edilen bu bileşenler bitkiler tarafından kökten (Soldal ve Nissen 1978) alınabildikleri gibi yapraktan da alınabilmektedirler (Maini 2006, Stiegler ve ark. 2013).

Yapısında protein içeren bu ürünler iki grupta toplanmışlardır. Bunlardan ilki farklı bitkisel ve hayvansal kaynaklardan enzimatik, kimyasal veya termal yollarla ayrılmış protein hidrolizatları olurken, ikinci grup ise glutamat, glutamin, prolin ve glisin betain gibi amino asitlerdir. Genellikle piyasada bulunan amino asitler alanin, arjinin (arginin), glisin, prolin, glutamat, glutamin, valin ve lösindir (Ertani ve ark. 2009, Garcia-Martinez ve ark. 2010).

Protein hidrolizatları

Protein hidrolizatları, içeriğinde bulunan peptidler sayesinde bitki gelişim düzenleyicileri olarak görev görmektedirler. Bitkilerin yapılarında bulunan bazı peptidlerin hücre farklılaşması, hücre bölünmesi, proteaz enzimi inhibisyonu ve polen uyumsuzluğuna verilen tepkide görevli oldukları bilinmektedir (Ryan ve ark. 2002).

Ticari olarak ilk satışı yapılan protein hidrolizatı, İtalya'da 1969 yılında, hayvanların epitel dokularından üretilen ve yapraktan uygulanan Siapton'dur (Maini 2006).

Protein hidrolizatları bitkilerde C ve N metabolizmasını teşvik ederek, bitkilerin daha fazla N kaldırmalarına yardımcı olmaktadır. Maini'ye (2006) göre mısırdaki hayvansal dokulardan elde edilmiş bir protein hidrolizatının uygulanması durumunda, bitkilerde glutamat dehidrogenaz, nitrat redüktaz ve malat dehidrogenaz enzimlerinde artış olmaktadır. Schiavon ve ark. (2008)'e göre ise, alfalfa bitkisinden elde edilen bir protein hidrolizatının uygulandığı mısırdaki enerji metabolizmasında görevli olan malat dehidrogenaz, sitrat sentaz, izositrat dehidrogenaz enzimleri ve N metabolizmasında görevli enzimlerin aktivitelerinde artış gözlenmektedir.

Cavani ve ark. (2006)'ya göre, protein hidrolizatları bitki beslemede şelatlayıcı olarak ve hatta bitki koruma ürünleri ile birlikte kullanılabilir.

Colla ve ark. (2014) yürüttükleri çalışmada bitkisel kaynaklı bir protein hidrolizat ürününü dört farklı denemede araştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre, kullanılan ürünün mısırdaki koleoptil uzaması, domates aşılmasının köklenmesi, bodur bezelyede sürgün uzaması ve domateste toplam kuru ağırlık, klorofil içeriği, yaprak N içeriği üzerine önemli seviyede olumlu etkileri bulunmuştur.

Protein hidrolizatlarının biyostimülant etkileri dışında, hayvansal dokulardan elde edilen bu bileşenlerin bitkilerde toksisite ve dolayısıyla gelişimde gerileme meydana getirebileceği belirtilmiştir (Ruiz ve ark. 2000, Lisiecka ve ark. 2011). Sözü edilen durum bu bileşenlerin bitkilerden elde edilen protein hidrolizatlarına göre yüksek oranda glisin ve prolin gibi amino asitleri ve tuz içermesi ile açıklanmaktadır (Colla ve ark. 2014). Öte yandan; Corte ve ark. (2014)'na göre hayvansal dokulardan elde edilen protein hidrolizatları bitkilerin kromozom ve DNA'larında veya fizyolojilerinde, ayrıca ekolojik olarak da bir toksisiteye neden olmamaktadır. Buna rağmen; Avrupa'da 354/2014 numaralı AB komisyonu uygulama tüzüğüne göre hayvansal dokulardan elde edilen protein hidrolizatlarının organik tarımda üretilen bitkilerin yenilen kısımlarına uygulanması yasaklanmıştır (du Jardin 2015, Colla ve ark. 2014).

Protein hidrolizatlarının bitkilere doğrudan olduğu gibi dolaylı etkileri de bulunmaktadır. du Jardin'e (2015) göre, sözü edilen ürünlerin kullanımı durumunda, topraklarda mikrobiyal dinamik olumlu yönde etkilenmektedir.

Amino Asitler

Yapısında amino asit içeren biyostimulantların içeriğinde 20 yapısal amino asitler bulunmaktadır. Bu amino asitler bitkilerde protein yapısına katılabildikleri gibi, protein yapısında olmayan amino asitler olarak da bulunabilmektedirler. Glutamat, histidin, prolin ve glisin betain gibi protein yapısında olmayan amino asitlerin dışarıdan uygulandığı çalışmalarda, sözü edilen amino asitlerin bitkileri abiyotik stres etmenlerinden korudukları veya bitkilerde metabolik sinyal mekanizmalarını uyardıkları belirtilmektedir (Sharma ve Dietz 2006, Forde ve Lea 2007,

Vranova ve ark. 2011). Amino asitler ile yapılan çalışmalar sonucunda, bu monomerlerin bitkilerde N alımına yardımcı olan sinyaller olarak rol aldıkları görülmüştür.

Glutamat amino asidinin uygulanması durumunda, bitkilerde primer kök gelişimi yavaşlarken, kök dallanması artmaktadır. Bu durum, bitkilerde glutamatın sinyal rolü üstlendiğini ve köklerin toprakta besin elementlerinin daha yararışlı olduğu kısımlara gelişmesine teşvik ettiği şeklinde açıklanmaktadır (Walch-Liu ve ark. 2006a, b; Forde ve Lea 2007).

Anılan ürünler bitkilerin abiyotik stres etmenlerine ve oksidatif koşullara dayanıklılık ve savunma mekanizmalarında destekleyici görev üstlenmektedirler. Glisin betain ve prolin, amino asitleri, enzimleri ve hücre membranlarını yüksek tuz konsantrasyonları ve bitki gelişimini sekteye uğratan sıcaklık koşullarında dengede tutan osmotik düzenleyicilerdir (Ashraf ve Foolad 2007, dos Reis ve ark. 2012, Ahmad ve ark. 2013). Anılan etkilerinin dışında, glisin betain ve prolinin reaktif oksijen türlerini uzaklaştırdığı ve tuz stresi ile ilgili genleri uyardığı da bilinmektedir (Kinnersley ve Turano 2000, Ashraf ve Foolad 2007, Anjum ve ark. 2011a, dos reis ve ark. 2012).

Bitkilere uygulanan diğer amino asitlerin de stres dayanıklılığında etkileri bulunmaktadır. Lea ve ark. (2006) arjininin, bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşullarında N depolamasında ve taşınımında etkili olduğunu belirtmiştir.

Protein yapısına katılmayan diğer amino asitler olan beta-aminobütirik asit (BABA) ve gama-aminobütirik asit (GABA) da bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılıkları ile ilgili sinyal molekülleridirler (Kinnersley ve Turano 2000). Shang ve ark. (2011)’e göre, şeftalide GABA uygulaması sonucunda, meyvelerde hasat sonrası üşüme stresinin etkileri azalmakla beraber GABA ve prolin birikimi artmaktadır.

Prolin bitkilerde sadece tuz ve kuraklık stresinde etkili olmamakta, ayrıca ağır metal stresinde de bitkilere dayanıklılık konusunda yardımcı olmaktadır. Ağır metallere dayanıklı bitkilerde de buna kanıt olarak yüksek oranda prolin birikimi gözlenmektedir (Sharma ve

Dietz 2006). Osmoregülasyon görevinin yanında, bitkilerin ağır metalleri almaları durumunda, ksilem iletim borularında ve hücre içinde sözü edilen metal iyonlarını şelatlayarak antioksidan görevi görmekte, ağır metal iyonlarının alımı ile bitkilerde oluşan reaktif oksijen türlerini uzaklaştırarak bitki gelişimini düzenlemektedir (Sharma ve Dietz 2006).

Deniz Yosunu Ekstraktları

Deniz yosunlarının organik madde ve gübre olarak kullanımı tarımda çok eskiye dayanmakta olsa dahi biyostimülant etkilerinin farkına yeni varılmaya başlanmıştır. İçeriğinde polisakkaritleri, alginatları, karragenan ve bunların yan ürünlerini bulundurmaları, deniz yosunlarının tarımda kullanımını ön plana çıkarmıştır.

Sözü edilen bu ekstraktlarının bitki besin elementlerinin alımını kolaylaştıran şelatlayıcı özelliklerinin yanı sıra, toprak yapısı ve havalanmasını da etkileyerek, bitki gelişimini olumlu etkilediği Milton (1964) tarafından saptanmıştır. Deniz yosunu ekstraktları, tohum çimlenmesi, tohum gelişimi, bitki gelişimi, verim, çiçek ve meyve oluşumu, biyotik ve abiyotik stres etmenlerine dayanıklılık ayrıca hasat sonrası raf ömrünü gibi önemli kriterleri iyileştirdiği için biyostimülant olarak da kabul edilmektedirler (Mancuso ve ark. 2006, Rayorath ve ark. 2008; Khan ve ark. 2009; Craigie 2011). Bitki büyümesinde faydası olan bu bileşenlerin arasında mikro ve makro besin elementleri, steroller, betain gibi N içeren bileşikler ve hormonlar bulunmaktadır (Craigie 2011; Khan ve ark. 2009). Bu yosun türlerinin çoğu kahverengi deniz yosunları olan *Askofilum* spp., *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp., ve *Turbinaria* spp. cinsleridir (Khan ve ark. 2009), ancak karragenan farklı bir tür olan kırmızı deniz yosunu türündendir. Bitki büyümesini destekleyen biyostimülant olarak kullanılan 20’den fazla deniz yosunu ürününün adları Khan ve ark. (2009) tarafından listelenmiştir.

Deniz yosunları kökten uygulamak amacıyla toprağa veya gübre çözeltilerine uygulanabildikleri gibi yaprak uygulamaları da yapılmaktadır. Sahip oldukları negatif yükler ile toprakta bulunan ağır metaller gibi katyonların

bağlanmasına neden olarak toprakların remediasyonunu olumlu yönde etkilemektedirler. Patojenlerin bulunduğu topraklarda, patojen mikroorganizmalar ile antagonistik etkileşime girerek, bitki gelişimini teşvik eden bakterileri teşvik ederler.

Her ne kadar bitkilerde oksin, sitokinin, giberellin ve absisik asit gibi hormon etkileri görülse de (Craigie 2011), özellikle bir kahverengi yosun türü olan *Ascophyllum nodosum*’un bitkilerdeki hormon biyosentezi ile ilgili genleri de uyardığını belirtilen çalışmalar (Wally ve ark. 2013a,b; Calvo ve ark. 2014) son yıllarda dikkati çekmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, deniz yosunu ekstraktlarının yapraktan uygulanması durumunda mısırdaki (Jeannin ve ark. 1991), domateste (Crouch ve van Staden 1992), bağda (Mancuso ve ark. 2006), çilekte (Alam ve ark. 2013) kök gelişimi artmaktadır. Anılan durumda ortaya çıkan lateral kök gelişiminin artışı, toplam kök hacim ve uzunluğundaki artış, Khan ve ark. (2011a, 2011b) tarafından deniz yosunu ekstraktlarında bulunan oksin, sitokinin gibi fitohormonlar ile ilişkilendirilmiştir. Öte yandan, Kuwada ve ark. (1999)’a göre yosun ekstraktlarının uygulandığı topraklarda gözlenen kök gelişimi, bu topraklarda mikroorganizma dinamiğinin de olumlu yönde etkilenmesi ile dolaylı şekilde açıklanmıştır.

Deniz yosunu ekstraktlarının uygulanması ile bitkilerde yaprak klorofil içeriği artmaktadır (Fan ve ark. 2013, Jannin ve ark. 2013). Sözü edilen artış klorofil bozulmasının azalması (Blunden ve ark. 1997), fotosentez oranındaki artıştan çok, olgunlaşmanın ertelenmesi (Jannin ve ark. 2013) ile açıklanmaktadır.

Fan ve ark. (2013)’e göre, kahverengi deniz yosunlarının ekstraktlarının uygulandığı ıspanakta toplam çözünabilir protein içeriği, antioksidan kapasitesi, fenolik ve flavonoid bileşenlerin içerikleri artmaktadır. Jannin ve ark. (2013) ise, kanolada yaptıkları analizlerde, deniz yosunu ekstraktlarının uygulandığı bitkilerde C ve fotosentez, hücre metabolizması, N ve S metabolizması ve stres tepkileri ve oksin taşınması ile ilgili genlerin ifadelerinin arttığını kaydetmişlerdir. Kahverengi deniz yosunlarından elde edilen

oligo-alginatlar, bitkilerde N metabolizmasını ve bazal metabolizmayı etkilerler iken (Khan ve ark. 2011a), kırmızı yosunlardan elde edilen oligo-karragenanlar ise bitkilerde fotosentez oranını, N asimilasyonunu, bazal metabolizmayı, hücre bölünmesini, patojenlere karşı korunmayı arttırmaktadır (Bi ve ark. 2011, Vera ve ark. 2012).

Deniz yosunu ekstraktları bitkilerde kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık gibi kimi abiyotik stres etmenlerinin etkilerini hafifletmektedir (Khan ve ark. 2009, Craigie 2011).

Kitin ve Kitosan Biyopolimerleri

Kitosan doğal ve ticari olarak üretilen kitin biyopolimerinin deasetile edilmiş halidir. Anılan bileşen gıda, kozmetik, medikal ve tarım sektörlerinde kullanılmaktadır. Kitosan oligomerlerinin bitkilerdeki fizyolojik etkileri iyonik yapısının, DNA, plazma membranı, hücre duvarı gibi hücre kısımları ve stres etmenlerinden korunma ile ilgili genlerin aktivasyonu ile ilgili özelleşmiş bölgeler ile birleşmesi ile meydana gelmektedir. (Hadwiger, 2013; Katiyar ve ark., 2015). Kitin ve kitosanların belirgin reseptörler ve sinyal yolları kullandığı görülmüştür. Kitosanın bazı özelleşmiş hücre reseptörlerine az veya çok bağlanmasının sonucunda, hücrede stres tepkilerinin sinyali ve gelişim düzenlenmesini etkileyen önemli fizyolojik değişimlere yol açabilen H₂O₂ birikimi ve Ca⁺² sızıntısı gözlemlenmiştir. Kitosanın fungal patojenlerden korunma, ayrıca abiyotik stres etmenlerine dayanıklılık ve kalite kriterlerini artırması amacıyla tarımda uygulanması gün geçtikçe artmaktadır. Kitosan uygulanması durumunda, bitkilerde absisik asite bağımlı olarak stomaların kapanması (Iriti ve ark. 2009), anılan bileşenin çevresel stres etmenlerinden savunmada katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Biyostimulantların Dünya’da ve Türkiye’deki Durumu

Her ne kadar sözü edilen girdiler tarımda uzun yıllardır kullanılsa da, anılan bu içeriklerin biyostimulant başlığı altında, yeni bir yaklaşımla incelenmeye başlanması yakın zamanda gerçekleşmiştir. Dolayısıyla konu ile

ilgili hem Dünya’da hem de Türkiye’de kesin istatistiksel bilgiye ulaşılammamaktadır. Avrupa’da 2011 yılında kurulan Avrupa Biyostimülant Endüstrisi Konseyi (EBIC), kıtadaki biyostimülant sektörünün ihtiyaç ve sorunlarına çözümler üretmeyi hedeflemektedir. EBIC yayınlamış olduğu raporda istatistiksel verilere ulaşamadığı için, kıtadaki biyostimülant şirketleri ile iletişime geçerek, bu şirketlerin her yıl satılan ürün miktarları, kullanılan alanlar, sektörde yapılan araştırmalar ile ilgili tahminlerde bulunmaktadır. EBIC’in 2013 yılında yayınlamış olduğu rapora göre, Avrupa’da en az 3 milyon hektarlık alanda biyostimülantlar kullanılmaktadır ve biyostimülant pazarı yıllık %10 büyümeye göstermektedir. Biyostimülantlar öncelikle organik tarımda sonrasında ise meyve ve sebze üretiminde kullanılmıştır. Ekonomi ve sürdürülebilirlik ile ilgili güçlüklerden dolayı, geleneksel bitki üretiminde hala daha üreticilere tanıtımı devam etmektedir. EBIC, Avrupa’daki yıllık toplam biyostimülant satışlarına göre, Avrupa’da 2013 yılında 500 milyon Euro’luk bir pazarın olduğunu tahmin etmiştir. Ayrıca EBIC’in 2013 yılında üretici şirketlere uygulamış oldukları anketlerin sonucunda, cevap veren şirketlerin, yıllık kazançlarının %3-10’unu araştırma geliştirme çalışmalarına geri döndürdüklerini, bu yatırımları üniversiteler ve araştırma enstitüleri ile yapılan ortak çalışmalar ile bilimsel yönden de destekledikleri öğrenilmiştir. Sözü edilen bu araştırma kuruluşları sadece Avrupa’da olmayıp, Avustralya, Brezilya, Kanada, Şili, Gana, Meksika, Yeni Zelanda, Türkiye ve ABD’de bulunmaktadır (Anonymous, 2013).

Amerika Birleşik Devletleri’nde de durum benzer şekildedir. 2011 yılında biyostimülant sektöründe yaşanan sorunların çözümü ve yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi amacıyla kurulan Biyostimülant Koalisyonu (Kim ve Chojnacka, 2015) 2013 yılında yayınlamış oldukları makalede, Amerika’da her eyaletin gübre mevzuatlarının farklı olduğunu, dolayısıyla gübreler, toprak düzenleyicileri ve biyostimülantlar ile ilgili ortak bir düzenlemenin bulunmadığını bildirmişlerdir (Beaudreau Jr., 2013). Öte yandan Biyostimülant Konseyi tarafından yayınlanan

makalede, ABD’de kullanılan biyostimülant miktarı ve kullanılan toplam alan hakkında bir tahmin bulunmamaktadır. Yazılanlara ek olarak, biyostimülantlar hakkında yapılan bir uluslararası pazar araştırmasında, küresel biyostimülant pazarının 2016-2021 yılları arasında, yıllık 10,4 bileşik büyüme oranı artış ile 2021 yılında 2,91 milyar Amerikan Doları olması beklenmektedir (Anonymous, 2016).

Günümüzde hem Avrupa’da hem de Amerika’da uyumlu bir yakaşımın bulunmayışı nedeniyle, biyostimülantların mevzuattaki yerleri karışık bir hal almıştır. Sözü edilen tarımsal girdilerin Avrupa pazarında bulunuşu iki yolla mümkün olmaktadır. Birincisi, Avrupa’da bulunan her üye ülkenin gübreler ile ilgili mevzuatları olurken; diğer yol ise, AB’nin pestisitler ile ilgili mevzuatıdır (Avrupa Komisyonu Mevzuat No: 1107/2009).

Ülkemizde ise, 17/2/1999 tarihli ve 23614 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Zirai Mücadelede Kullanılan Pestisit ve Benzeri Maddelerin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmeliğin 4 üncü maddesinde yer alan “Pestisit Benzeri Maddeler” tanımına 26/06/2002 tarihli ve 24797 sayılı Resmi Gazete’de “tuzaklar” ifadesinden sonra gelmek üzere “bitki aktivatörleri” ifadesi eklenmiştir ve söz konusu tarihten itibaren Türkiye’de biyostimülantlar kullanılmaya başlanmıştır. Biyostimülantların Türkiye’de ruhsatlandırılması halen sözü edilen yönetmeliğe göre gerçekleşmektedir. Anılan ürünlerin ruhsatlandırılması hakkında istenen belgeler 12/09/2009 tarihinde yayınlanan 27347 sayılı Resmi Gazete’de listelenmiştir.

Sonuç

Derlemede ele alınan çalışmalara dikkat edildiğinde, biyostimülantların ürün verimine, bitki gelişimine ve stres etmenlerine dayanıklılık üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu görülmektedir. Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanmaya çalışıldığı bu süreçte, biyostimülantların kullanımı ile pestisit ve gübre gibi tarımsal girdilerin aşırı ve bilinçsiz kullanımında azalmaya gidilmesi, dolayısıyla tarım kimyasalları ile meydana gelen çevre kirliliğinin önüne geçilmesi mümkündür.

Kullanılan bileşenlerin ve mikroorganizmaların biyostimülant adı altında yeni bir yaklaşımla

incelenmesi yakın zaman önce başlamıştır. Konu ile ilgili çalışmalar ve gelişmeler her geçen gün artmakta, sektörde bulunan şirketlerin üniversiteler ve araştırma kuruluşları ile ortak yürüttüğü projeler, anılan gelişmelerin artışında büyük rol oynamaktadır. Öte yandan konunun yeni olması ve yasal düzenlemelerin halen tamamlanmamış bulunması ve ülkelere göre ciddi farklılıklar gösteriyor oluşu, biyostimulantların kullanım miktarı ve kullanıldığı alanlar ile ilgili kesin bilgiye ulaşmayı güçleştirmektedir.

Teşekkür

Bu derlemenin hazırlanması sırasında sağlamış olduğu bilgilerden dolayı Valagro Tarım Tic. Ltd Şti.'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abd El-Fattah, D. A., Ewedab, W. E., Zayed, M. S., Hassaneina, M. K. Effect of carrier materials, sterilization method, and storage temperature on survival and biological activities of *Azotobacter chroococcum* inoculants. *Ann Agric Sci* 2013, 58:111–118.
- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., Zocchi, G. (1998) The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J Plant Nutr* 21:561–575.
- Ahmad, R., Lim, C., J., Kwon, S., Y. (2013) Glycine betaine: a versatile compound with great potential for gene pyramiding to improve crop plant performance against environmental stresses. *Plant Biotechnol Rep* 7:49–57. doi:10.1007/s11816-012-0266-8.
- Alam, M., Z., Braun, G., Norrie, J., Hodges, D., M. (2013) Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Can J Plant Sci* 93:23–36.
- Albuzio, A., Nardi, S., Gulli, A. (1989) Plant growth regulator activity of small molecular size humic fractions. *Sci Total Environ* 81(82):671–674.
- Anjum, S., A., Farooq, M., Wang, L., C. (2011a) Gas exchange and chlorophyll synthesis of maize cultivars are enhanced by exogenously-applied glycinebetaine under drought conditions. *Plant Soil Environ* 57:326–331.
- Anjum, S., A., Wang, L., Farooq, M., Xue, L., Ali, S. (2011b) Fulvic acid application improves the maize performance under wellwatered and drought conditions. *J Agron Crop Sci* 197: 409–417.
- Anonymous, (2016) <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/biostimulant.asp>
- Anonymous, EBIC (2013). Economic overview of the biostimulants sector in Europe. www.biostimulants.eu/2013/04/2013-overview-of-the-european-biostimulants-market/
- Ashraf, M., Foolad, M., R. (2007) Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ Exp Bot* 59:206–216.
- Asp, H., Berggren, D., (1990) Phosphate and calcium uptake in beech (*Fagus sylvatica*) in the presence of aluminium and natural fulvic acids. *Physiol Plant* 80:307–314.
- Aydin, A., Kant, C., Turan, M. (2012) Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *Afr J Agric Res* 7:1073–1086.
- Aziz, G., Bajsa, N., Haghjou, T., Taule, C., Valverde, A., Mariano, J., Arias, A. (2012) Abundance, diversity and prospecting of culturable phosphate solubilizing bacteria on soils under crop–pasture rotations in a no-tillage regime in Uruguay. *Appl Soil Ecol* 2012, 61:320–326.
- Baharlouei, K., Pazira, E., Solhi, M. (2011) Evaluation of Inoculation of plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Cadmium. Singapore: International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE vol.6 IACSIT Press.
- Banerjee, M., R., Yesmin, L., Vessey, J., K. (2006) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticide. In: Rai MK (ed) Handbook of microbial biofertilizers. Food Products Press, New York, pp 137–181.
- Beaudreau, Jr., D., G. (2013) Biostimulants in Agriculture: Their Current and Future Role

- in a Connected Agricultural Economy. Biostimulant Coalition, 2pp.
- Befrozfar, M., R., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Sadeghi-Shoae, M., Tookallo, M., R. (2013) Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimumbasilicum* L.). *Ann Biol Res* 4:8–12.
- Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., Tuteja, N., (2014) Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories* 2014, 13:66 <http://www.microbialcellfactories.com/content/13/1/66>. 10pp.
- Bi, F., Iqbal, S., Arman, M., Ali, A., Mu H. (2011) Carrageenan as an elicitor of induced secondary metabolites and its effects on various growth characters of chickpea and maize plants. *J Saudi Chem Soc* 15:269–273.
- Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y., W. (1997) Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *J Appl Phycol* 8: 535–543.
- Bocanegra, M., P., Lobartini, J., C., Orioli, G., A. (2006) Plant uptake of iron chelated by humic acids of different molecular weights. *Commun Soil Sci Plant Anal* 37:1–2.
- Boddey, R., M., Urquiaga, S., Reis, V., Döbereiner, J. (1991) Biological nitrogen fixation associated with sugar cane. *Plant Soil* 137: 111–117.
- Çakmaç, R. (2005). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. *Atatürk Üniv. Zir.Fak.Derg.* 36 (1), 97-107, 2005 ISSN 1300-9036.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W., (2014) Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* (2014) 383:3-41 DOI 10.1007/s11104-014-2131-8, 38pp.
- Canellas, L., P., Dantas, D., J., Aguiar, N., O., (2011) Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. *Ann Appl Biol* 159:202–211.
- Canellas, L., P., Olivares, F., L., Okorokaova-Façanha, A., L., Façanha, A., R. (2002) Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺ -ATPase activity in maize roots. *Plant Physiol* 130:1951–1957.
- Canellas, L., P., Spaccini, R., Piccolo, A. (2009) Relationships between chemical characteristics and root growth promotion of humic acids isolated from Brazilian oxisols. *Soil Sci* 174: 611–620.
- Cavani, L., Halle, A., T., Richard, C., Ciavatta, C., (2006) Photosensitizing properties of protein hydrolysate-based fertilizers. *J Agric Food Chem* 54:9160–9167.
- Cerdán, M., Sánchez, A., Oliver, M., Juárez, M., and Sánchez-Andreu, J. J. (2009). Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. *Acta Hort.* 830, 481–488.
- Chang, C., H., Yang, S., S. (2009) Thermo-tolerant phosphate solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation. *Bioresour Technol* 100:1648–1658.
- Cimrin, K., M., Önder, T., Turan, M., Burcu, T. (2010) Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *Afr J Biotechnol* 9:5845–5851.
- Colla, G., Roupheal, Y., Canaguier, R., Svecova, E., Cardarelli, M., (2014) Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Front. Plant Sci.* 5, 1–6.
- Corte, L., Dell’Abate, M., T., Magini, A., (2014) Assessment of safety and efficiency of nitrogen organic fertilizers from animal-based protein hydrolysates – a laboratory multidisciplinary approach. *J Sci Food Agric* 94:235–245.
- Craigie, J., S. (2011) Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J Appl Phycol* 23:371–393.
- Crouch, I., J., van Staden, J. (1992) Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *J Appl Phycol* 4:291–296 da Rocha IMA, Vitorello VA.
- Silva, J., S. (2012) Exogenous ornithine is an effective precursor and the δ -ornithine amino transferase pathway contributes to

- proline accumulation under high N recycling in salt-stressed cashew leaves. *J Plant Physiol* 169:41–49.
- Dastager, S., G., Deepa, C., K., Pandey, A. (2010) Isolation and characterization of novel plant growth promoting *Micrococcus* sp NII-0909 and its interaction with cowpea. *Plant Physiol Biochem* 48:987–992. doi:10.1016/j.plaphy. 2010.09.006.
- de Freitas, J., R., Banerjee, M., R., Germida, J., J. (1997) Phosphate solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus*). *Biol Fertil Soils* 36:842–855.
- Dobbss, L., B., Medici, L., O., Peres, L., E., P. (2007) Changes in root development of *Arabidopsis* promoted by organic matter from oxisosis. *Ann Appl Biol* 151:199–211.
- Doğan, K., Çelik, I., Gok, M., Coşkan, A., (2011) Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biyomas and nitrogen content of second crop soybean. *Afr J Microbiol Res* 2011, 5:3186–3194.
- dos Reis, S., P., Lima, A.,M., de Souza, C.,R.,B. (2012) Recent molecular advances on downstream plant responses to abiotic stress. *Int J Mol Sci* 13:8628–8647.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 3–14.
- Dunstone, R., L., Richards, R., A., Rawson, H.,M. (1988) Variable responses of stomatal conductance, growth, and yield to fulvic acid applications to wheat. *Aust J Agric Res* 39:547–553.
- Ertani, A., Cavani, L., Pizzeghello, D. (2009) Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *J Plant Nutri Soil Sci* 172:237–244.
- Esteves da Silva, J., C., G., Machado, A., A., S., C., Oliveira, C., J., S., (1998) Effect of pH on complexation of Fe(III) with fulvic acids. *Environ Toxicol Chem* 17:1268–1273.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. (2008) Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresour Technol* 99: 4206–4212.
- Fan, D., Hodges, D., M., Critchley, A., T., Prithiviraj, B. (2013) A commercial extract of *BrownMacroagla* (*Ascomyces nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Commun Soil Sci Plant Anal* 44:1873–1884.
- Forde, B., G., Lea, P., J. (2007) Glutamate in plants: metabolism, regulation, and signalling. *J Exp Bot* 58:2339–2358.
- García, A., C., Berbara, R., L., L., Farías, L., P. (2012) Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. *Afr J Biotechnol* 11: 3125–3134.
- García-Martínez, A., M., Díaz, A., Tejada, M. (2010) Enzymatic production of an organic soil biostimulant from wheat condensed distiller solubles: effects on soil biochemistry and biodiversity. *Process Biochem* 45:1127–1133.
- Gholami, A., Shahsavani, S., Nezarat, S. (2009) The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination seedling Growth and Yield of Maize. *Int J Biol Life Sci* 2009, 5:1.
- Giri, B., Mukerji, K., G. (2004) Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza* 14:307–312. doi:10.1007/s00572-003-0274-1.
- Goldstein, A., H. (1995) Recent progress in understanding the molecular genetics and biochemistry of calcium phosphate solubilization by Gram negative bacteria. *Biol Agric Hort* 12: 185–193.
- Hadwiger, L., A., (2013) Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype. *Plant Sci.* 208, 42–49.
- Iriti, M., Picchi, V., Rossoni, M., Gomarasca, S., Ludwig, N., Gargano, M., Faoro, F., (2009) Chitosan antitranspirant activity is due to abscisic acid-dependent stomatal closure. *Environ. Exp. Bot.* 66, 493–500.
- Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P. (2013) *Brassica napus* growth is promoted by *Ascomyces nodosum* (L.) Le Jol. Seaweed

- extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolisms. *J Plant Growth Regul* 32: 31–52.
- Jeannin, I., Lescure, J., C., Morot-Gaudry, J., F. (1991) The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot Mar* 334:469–473.
- Kannapiran, E., Ramkuma, V., S. (2011) Isolation of phosphate solubilizing bacteria from sediments of Thondi coast, Palk Strait, Southeast Coast India. *Ann Biol Res* 2:157–163.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., Padem, H. (2009) The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agric Scand Sect B* 59:233–237.
- Katiyar, D., Hemantaranjan, A., Singh, B., (2015) Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plant: a review. *Indian J. Plant Physiol.* 20, 1–9.
- Kauffman, G., L., Kneivel, D., P., Watschke, T., L., (2007) Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop Sci.* 47:261–267.
- Kelleher, B., P., Simpson, A., J. (2006) Humic substances in soils: are they really chemically distinct? *Environ Sci Technol* 40: 4605–4611.
- Khan, A., G., (2005) Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. *J Trace Elements Med Biol* 18:355–364.
- Khan, W., Hiltz, D., Critchley, A., T., Prithiviraj, B. (2011a) Bioassay to detect *Ascophyllum nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. *J Appl Phycol* 23:409–414.
- Khan, W., Rayirath, U., P., Subramanian, S. (2009) Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J Plant Growth Regul* 28:386–399.
- Khan, Z., H., Kahn, M., A., Aftab, T., Idrees, M., Naeem, M. (2011b) Influence of alginate oligosaccharides on growth, yield and alkaloid production of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Front Agric China* 5:122–127.
- Kim, S., K., Chojnacka, K., (2015). *Marine Algae Extracts: Processes, Products, and Applications*. John Wiley & Sons, 784pp.
- Kinnersley, A., M., Turano, F., J. (2000) Gamma Aminobutyric Acid (GABA) and plant responses to stress. *Crit Rev Plant Sci* 19: 479–509.
- Kpomblekou, K., Tabatabai, M., A. (1994) Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. *Soil Sci Soc Am J* 158:442–453.
- Kuwada, K., Ishii, T., Matsushita, I., Matsumoto, I., Kadoya, K. (1999) Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliate orange roots. *J Japan Soc Hort Sci* 68:321–326.
- Lamabam, P., S., Gill, S., S., Tuteja, N. (2011) Unraveling the role of fungal symbionts in plant abiotic stress tolerance. *Plant Signal Behav* 2011, 6:175–191.
- Lea, P., J., Sodek, L., Parry, M., A., J., Shewry, P., R., Halford, N., G. (2006) Asparagine in plants. *Ann Appl Biol* 150:1–26.
- Lisiecka, J., Knaflewski, M., Spizewski, T., Fraszczak, B., Kaluzewicz, A., and Krzesinski, W. (2011). The effect of animal protein hydrolysate on quantity and quality of strawberry daughter plants cv. ‘Elsanta’. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 10, 31–40.
- Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R., I., Ma, B., L., Smith, D., L. (2000) Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza* 9:331–336. doi:10.1007/s005720050277
- Lulakis, M., D., Petsas, S., I., (1995) Effect of humic substances from vine-canecan mature compost on tomato seedling growth. *Bioresour Technol* 54:179–182.
- Ma, Y., Rajkumar, M., Freitas, H. (2009) Inoculation of plant growth promoting bacterium *Achromobacter xylosoxidans* strain Ax10 for the improvement of copper phytoextraction by *Brassica juncea*. *J Environ Manage* 90:831–837. doi:10.1016/j.jvman.2008.01.014.

- Maini, P. (2006) The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. *Fertilitas Agrorum* 1:29–43.
- Malboobi, M., A., Behbahani, M., Madani, H. (2009) Performance evaluation of potent phosphate solubilizing bacteria in potato rhizosphere. *World J Microbiol Biotechnol* 25:1479–1484.
- Mali, G., V., Bodhankar, M., G. (2009) Antifungal and phytohormone production potential of *Azotobacter chroococcum* isolates from Groundnut (*Arachis hypogea* L.) rhizosphere. *Asian J Exp Sci* 2009, 23:293–297.
- Malik, K., A., Mirza, M., S., Hassan, U., Mehnaz, S., Rasul, G., Haurat, J., Bauy, R., Normanel, P. (2002) The role of plant associated beneficial bacteria in rice-wheat cropping system. In: Kennedy IR, Chaudhry A (eds) *Biofertilisers in action*. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, pp 73–83.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X. (2006) Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Hortic Sci* 20:156–161.
- Mazhar, A., A., M., Shedeed, S., I., Abdel-Aziz, N., G., Mahgoub, M., H. (2012) Growth, flowering and chemical constituents of *Chrysanthemum indicum* L. plant in response to different levels of humic acid and salinity. *J Appl Sci Res* 8:3697–3706.
- Milton, R., F. (1964) Liquid seaweed as a fertilizer. *Proc Int Seaweed Symp* 4:428–431.
- Moghaddam, A., R., L., Soleimani, A. (2012) Compensatory effects of humic acid on physiological characteristics of pistachio seedlings under salinity stress. *Acta Hortic* 940:252–255.
- Mohamed, W., H. (2012) Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant under saline condition. *Aust J Basic Appl Sci* 6:597–604.
- Morard, P., Eyheraguibel, B., Morard, M., Silvestre, J. (2011) Direct effects of humic-like substance on growth, water, and mineral nutrition of various species. *J of Plant Nutr* 34:46–59.
- Nardi, S., Carletti, P., Pizzeghello, D., Muscolo, A. (2009) Biological activities of humic substances. In: Senesi N, Xing B, Huang PM (eds) *Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems*. Wiley, Hoboken, pp 305–339.
- Nehra, K., Yadav, S., A., Sehrawat, A., R., Vashishat, R., K. (2007) Characterization of heat resistant mutant strains of *Rhizobium* sp. [Cajanus] for growth, survival and symbiotic properties. *Indian J Microbiol* 2007, 47:329–335.
- Okur, N. ve Ortaş, İ. (2012) *Mikrobiyolojik Gübreler ve Tarımda Mikorizalar: Bitki Besleme M. Rüştü Karaman (Ed.), 555-599, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, Ankara.*
- Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S., Köse, Ö., (1999). *Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları*. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 4, 959-968.
- Paul, D. and Nair, S. (2008) Stress adaptations in a plant growth promoting *Rhizobacterium* (PGPR) with increasing salinity in the coastal agricultural soils. *J Basic Microbiol* 2008, 48:1–7.
- Piccolo, A and Spiteller, M. (2003) Electrospray ionization mass spectrometry of terrestrial humic substances and their size fractions. *Anal Bioanal Chem* 377:1047–1059.
- Rauthan, B., S. and Schnitzer, M. (1981) Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63:491–495.
- Rayorath, P., Jithesh, M., N., Farid, A., Khan, W., Palanisamy, R., Hankins, S., D., Critchley, A., T., Prithiviraj, B. (2008) Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *J Appl Phycol* 20:423–429.
- Rodríguez, H., Fraga, R., Gonzalez, T., Bashan, Y. (2006) Genetics of phosphate solubilization and its potential applications

- for improving plant growth-promoting bacteria. *Plant Soil* 287: 15–21.
- Rodríguez, H., Gonzalez, T., Goire, I., Bashan, Y. (2004) Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum* spp. *Naturwissenschaften* 91:552–555.
- Rodríguez, H., Gonzalez, T., Selman, G. (2001) Expression of a mineral phosphate solubilizing gene from *Erwinia herbicola* in two rhizobacterial strains. *J Biotechnol* 84:155–161.
- Ruiz, J., M., Castilla, N., and Romero, L. (2000) Nitrogen metabolism in pepper plants applied with different bioregulators. *J. Agric. Food Chem.* 48, 2925–2929. doi: 10.1021/jf990394h.
- Ryan, C., A., Pearce, G., Scheer, J., and Moura, D., S. (2002). Polypeptide hormones. *Plant Cell* 14, S251–S264. doi:10.1105/tpc.010484.
- Sahin, F., Cakmakci, R., Kantar, F. (2004) Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil* 265:123–129.
- Sahoo, R., K., Ansari, M., W., Dangar, T., K., Mohanty, S., Tuteja, N. (2013) Phenotypic and molecular characterization of efficient nitrogen fixing *Azotobacter* strains of the rice fields. *Protoplasma* 2013, doi:10.1007/s00709-013-0547-2.
- Schiavon, M., Ertani, A., Nardi, S. (2008) Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *J Agric Food Chem* 56:11800–11808.
- Shahid, M., Dumat, C., Silvestre, J., Pinelli, E. (2012) Effect of fulvic acids on lead-induced oxidative stress to metal sensitive *Vicia faba* L. plant. *Biol Fertil Soils* 48:689–697.
- Shang, H., Shifeng, C., Yang, Z., Cai, Y., Zheng, Y. (2011) Effect of exogenous γ -aminobutyric acid treatment on proline accumulation and chilling Injury in peach fruit after long-term cold storage. *J Agric Food Chem* 59:1264–1268.
- Sharma, P., Sardana, V., Kandola, S., S. (2011) Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to Rhizobium Inoculation. *Libyan Agric Res Centre J Int* 2011, 2:101–104.
- Sharma, S., S., Dietz, K., J. (2006) The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. *J Exp Bot* 57:711–726.
- Sheng, X., F., He, L., Y. (2006) Solubilization of potassium-bearing minerals by a wild-type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. *Can J Microbiol* 52:66–72.
- Sinha, R., K., Valani, D., Chauhan, K., Agarwal, S. (2014) Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Int J Agric Health Saf* 2014, 1:50–64.
- Smith, S., E., Jakobsen, I., Grønlund, M., Smith, F., A. (2011) Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. *Plant Physiol* 156:1050–1057.
- Soldal, T., Nissen, P. (1978) Multiphasic uptake of amino acids by barley roots. *Physiol Plant* 43:181–188.
- Stiegler, J., C., Richardson, M., D., Karcher, D., E., Roberts, T., L., Norman, R., J. (2013) Foliar absorption of various inorganic and organic nitrogen sources by creeping bentgrass. *Crop Sci* 52:1148–1152.
- Suzuki, N., Koussevitzky, S., Mittler, R., Miller, G. (2012) ROS and redox signaling in the response of plants to abiotic stress. *Plant Cell Environ* 35:259–270.
- Tahir, M., M., Khurshid, M., Khan, M., Z., Abbasi, M., K., Hazmi, M., H. (2011) Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere* 2:124–131.
- Taiz, L. ve Zeiger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi*. Palme Yayın, 690s.
- Tao, G., C., Tian, S., J., Cai, M., Y., Xie, G., H. (2008) Phosphate solubilizing and –

- mineralizing abilities of bacteria isolated from soils. *Pedosphere* 18:515–523.
- Vera, J., Castro, J., Contreras, R., González, A., Moenne, A. (2012). Oligo-carrageenans induce a long-term and broad-range protection against pathogens in tobacco plants (var. Xanthi). *Physiol Mol Plant Pathol* 79:31–39.
- Vessey, J., K. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255:571–586. doi:10.1023/a:1026037216893.
- Vranova, V., Rejsek, K., Skene, K., R., Formanck, P. (2011) Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil* 342:31–48.
- Walch-Liu, P., Ivanov, I., I., Filleur, S. (2006a) Nitrogen regulation of root branching. *Ann Bot* 97:875–881.
- Walch-Liu, P., Liu, L., H., Remans, T., Tester, M., Forde, B., G. (2006b) Evidence that L-Glutamate can act as an exogenous signal to modulate root growth and branching in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol* 47:1045–1057.
- Wally, O., S., D., Critchley, A., T., Hiltz, D., Craigie, J., S., Han, X., Zaharia, L., I., Abrams, S., R., Prithiviraj, B., (2013a) Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *ascophyllum nodosum*. *J. Plant Growth Regul.* 32,324–339.
- Wally, O., S., D., Critchley, A., T., Hiltz, D., Craigie, J., S., Han, X., Zaharia, L., I., Abrams, S., R., Prithiviraj, B., (2013b) Erratum to: regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *ascophyllum nodosum*. *J. Plant Growth Regul.* 32,340–341.
- Watson, R., Fowden, L. (1975) The uptake of phenylalanine and tyrosine by seedling root tips. *Phytochemistry* 14:1181–1186.
- Xudan, X. (1986) The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and yield in wheat. *Aust J Agric Res* 37:343–350.
- Yazdani, M., Pirdashti, H. (2011) Efficiency of co-inoculation phosphate solubilizer microorganisms (psm) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on micronutrients uptake in corn (*Zea mays* L.). *Int Res J Appl Basic Sci* 2:28–34.



Bitlis Yöresi Topraklarının Kil Minerali Tipleri ve Toprak Özellikleri İlişkileri

Eda ASLAN¹ Kadir YILMAZ¹ Ömer Faruk DEMİR¹

Özet

Bu çalışmada, yapılan kantitatif mineralojik analizler sonucunda çalışma alanında smektit, illit, vemikulit ve kaolinit kil minerallerinin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Toprakların bazik özellikte olmalarının çalışma alanında smektit kil mineralinin baskın olarak ve ova toprakların genellikle mikaşist ana materyal üzerinde oluşmasının ise illitin yaygın olarak bulunmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle potasyumun, illitin baskın olduğu bazı topraklarda 800 mg·kg⁻¹ düzeylerine kadar ulaştığı gözlenmiştir. Kantitatif kil analiz sonucu kil fraksiyonunda bulunan kil tiplerinin, gerçek toprak bileşenindeki oranları da hesaplanmış, hesaplama sonucunda kil tiplerinin toprak bileşenindeki düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Sonuç olarak kil tiplerinin oluşumunda ana materyal etkisinin ön planda olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitlis, Besin elementleri, Kantitatif Kil Analizi, Kil Tipleri

Relationship Between Clay Mineral Types and Soil Properties of Bitlis Region Soils

Abstract

In this study, existing of the smectite, illit, vermiculite and kaolinite clay minerals were determined in the research area in consequence of the quantitative mineralogical analyses which were conducted. It is thought that alkaline character of the soils is efficient on existence of the smectites dominantly, and formation of the soils on mica-schist parent material in basin causes the existence of illite commonly in the field. Especially, potassium was observed to reach 800 mg kg⁻¹ levels in some soils where the illite mineral is dominant. Ratio of the clay types in real soil components which are found in clay fractions as a result of quantitative clay analyse are calculated and level of the clay types in soil components was observed low as a result of calculation. Consequently, effect of the parent material on the formation of clay types was deduced in the foreground.

Keywords : Bitlis, Plant nutritions, Quantitative Clay Analyse, Clay Types

Giriş

Canlıların yaşamlarını devam ettirebilmelerinde toprağın etkisi çok fazladır. Toprak-bitki-hayvan-insan yaşam zincirinin devamı toprağın üretkenliğine ve iyi tanınmasına bağlıdır. Toprağın dört temel bileşeni, hava, su, mineral madde ve organik maddedir ve bu bileşenlerin oranları toprak davranışlarını ve üretkenliklerini etkiler. Bir toprağın davranışı üzerinde minerallerin etkisi için topraktaki kil fraksiyonlarının miktarıyla birlikte topraktaki kil çeşitlerinin de bilinmesi gerekmektedir (Yılmaz, 1990). Bir toprağı birincil kayaktan ayıran en önemli özellik toprağın kil

minerallerini ve organik maddeyi içermesi ve gevşek bir yapıda olmasıdır. Sulu aluminasilikatlar diye adlandırılabilen kil mineralleri toprakta birçok özelliği etkilemektedir. Buna göre kil mineralleri özgül yüzey alanı, katyon değişimi, besin elementlerinin adsorpsiyonu yönünden toprak kimyası ve bitki beslemeyi, hava ve su geçirgenliği, şişme-büzülme, strüktür oluşumu yönünden toprak işleme ve tavı bakımından toprak amenajmanını gibi birçok faktörü etkilemektedir. Kil minerallerinin çok ince zerreler halinde bulunmaları, katyon, su tutma, özgül yüzey alanı, plastiklik gibi özellikler

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Avşar Yerleşkesi-Kahramanmaraş.

yönünden farklılıklar gösterir. Bu açıdan kil minerallerinin tipinin ve oransal miktarlarının bilinmesi önem kazanmaktadır (Yılmaz, 1984). Toprakların sahip oldukları baskın kil minerali tiplerinin toprakların sahip oldukları özellikler açısından oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Mitchell (1976), yapmış olduğu araştırmada montmorillonitin sıvı sınırının %100-900, illitin %60-120 ve kaolinitin %30-110, montmorillonitin plastisite sınırının %50-100, illitin %35-60 ve kaolinitin %25-40 olduğunu belirlemiştir. Dolayısıyla, kilin tipi hem zemin mekaniği açısından hem de sanayi de kullanılabilirlik bakımından toprakların farklı özellikler göstermesine neden olmaktadır.

Diğer yandan, kil minerallerinin yüzey alanı ve KDK'larının incelendiği bir araştırmada smektitin yüzey alanı 800 m²/g, vermikülitin 750 m²/g ve kaolinitin 30 m²/g olarak gözlenirken, vermikülitin kation değişim kapasitesi 150 me/100 g, smektitin 100 me/100 g ve kaolinitin 6 me/100 g olarak saptanmıştır (Sayın, 1983). Bu anlamda, özgül yüzey alanları ile topraklarda adhezyon ve kohezyon kuvveti oluşturan killerin yüzey alanlarının birbirinden farklı olması suyun toprakta farklı kil tipleri tarafından farklı kuvvetlerde tutulacağı anlamına gelmektedir. Diğer yandan, farklı kil tiplerinin farklı kation değişim kapasitelerine sahip olması topraklarda kationların tutulması açısından önem arz etmekte ve kilin çeşidine göre topraklarda tutunabilecek kationların miktarını dolayısıyla toprakların verimliliğini etkilemektedir.

Bu çalışmada, Bitlis ili Mutki İlçesinde 32 farklı noktadan alınan toprak örnekleri kimyasal ve mineralojik yönden incelenmiş olup, bu topraklarda bulunan kil mineral tipleri ve topraktaki oransal miktarları XRD grafikleri üzerinden çarpım faktörü yöntemiyle belirlenmiştir (Yılmaz, 1990).

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma alanı olarak, Bitlis ili Mutki İlçesi seçilmiştir. İlçe merkezine farklı uzaklıklardaki toplam 32 noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Mutki İlçesi, Bitlis İline 20 km uzaklıkta kırsal özelliği belirgin olan bir ilçe olup yüzölçümü 1.234 km² ve rakımı 1.500 m'dir. Dağlık bir

bölgede yer alan alanda sert karasal iklim özellikleri görülmektedir. İl bazında görülen en yüksek sıcaklık 38°C, en düşük sıcaklık ise -22°C'dir. İlde yıllık yağış ortalaması 1083 mm olmakla birlikte, yıllık ortalama nisbi nem oranı %76 civarındadır (Master Planı, 2012).

Yöntem

Araştırma topraklarında bünye tayini Bouyoucos (1951)'un hidrometre metoduyla, pH tayini Thomas (1996)'ın bildirdiği şekilde, toplam tuz Tüzüner (1990)'e, kireç analizi Gülçur (1974) ve organik madde tayini Nelson ve Sommers (1996)'ın yaş yakma metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Değişebilir kationlar Helmke ve Sparks (1996)'ın bildirdiği yöntemle belirlenmiştir. Çalışma alanlarından alınan tüm toprak örneklerinde kil mineralojisi analizleri için, 32 toprak örneğinde mineralojik analiz yapılmıştır. Örnekler laboratuvar ortamında kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örneklerindeki çimentolaştırıcı maddeler pH' sı 5 olan sodyum asetat-asetik asit tampon çözeltisi ile, organik madde hidrojen peroksitle, serbest demir ve alüminyum oksitler sitrat-dithionit-bikarbonat çözeltisi ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Kum ıslak eleme ile silt ise Stokes yasasından faydalanılarak kil fraksiyonundan ayrılmıştır. Kil örnekleri Mg ve K iyonları ile doyurulduktan sonra slaytları hazırlanarak X-ışını kırınimleri çekilmiş (Jackson, 1969), X-ışını kırınımındaki doruk alanları hesaplanarak minerallerin X-ışını difrakte etme güçleri belirlenmiş ve kantitatif kil analizi Yılmaz (1990)'ın belirlediği çarpım faktörü yöntemi esas alınarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Alandan 32 adet farklı noktadan alınan toprak örneklerinde gerçekleştirilen pH ve saturasyon analizleri ile değişebilir kationların konsantrasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Tablodan da görüldüğü gibi toprak örneklerinin pH'larının 6.94-8.66, saturasyon yüzdelерinin 26.10-41.60, kalsiyum konsantrasyonlarının 1004-5047 mg kg⁻¹, magnezyumun 121.5-1106.7 mg kg⁻¹, sodyumun 5.64-9285 mg kg⁻¹ ve potasyum konsantrasyonlarının 119.73-

845.63 mg·kg⁻¹ aralıklarında olduğu vermikulit %2.94-45.95, illit % 9.54-35.36 ve

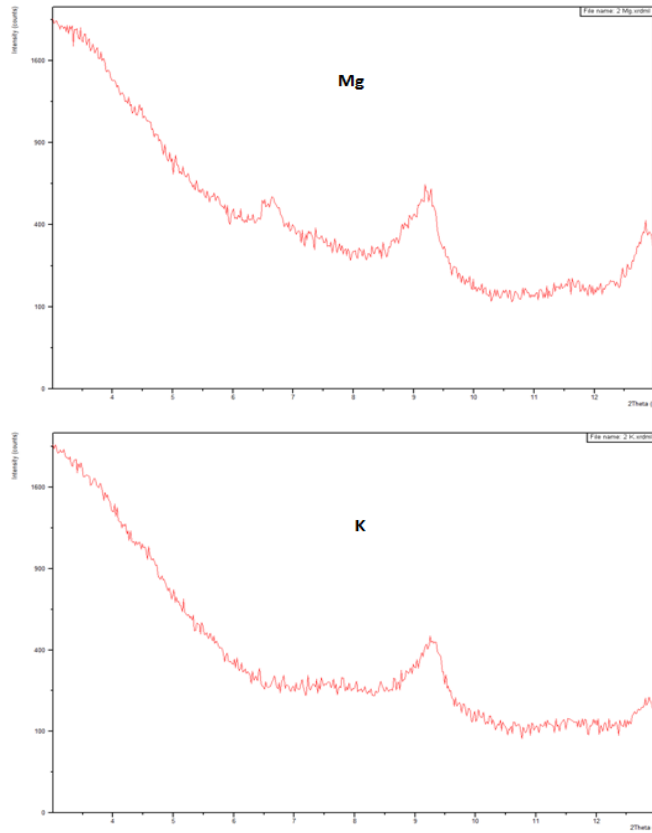
Çizelge 1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Değerlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Minimum	Maximum	Std. Sapma
pH	32	6.94	8.66	0.42
Saturasyon	32	26.10	41.60	507.93
Kalsiyum	32	1004	5047	1033
Magnezyum	32	121.5	1106.7	233.3
Sodyum	32	5.64	92.85	19.51
Potasyum	32	119.73	845.63	220.50

anlaşılmaktadır.

Toprakların kil fraksiyonlarının Mg ve K doygunluğundaki XRD grafikleri çekilmiştir. (Şekil 1). XRD grafikleri üzerinde yapılan analizler sonucunda, kil fraksiyonundaki kil minerallerinin dağılımı, smektit %8.68-76.60,

kaolinit %3.99- 29.74 arasında gözlenmiştir (Çizelge 2). Araştırma alanındaki topraklarda baskın mineral olarak smektit, vermikulit ve illit bulunmuş olup, bunları kaolinit takip etmiştir. Kil minerallerinin toprak bileşimindeki dağılımları ise smektit %0.46-4.38, vermikulit



Şekil 1. Kil fraksiyonu Mg ve K doygunluğundaki XRD grafikleri

Çizelge 2. Kil Fraksiyonu Analiz Değerleri

Toprak serileri	Smektit	Vermikulit	İllit (%)	Kaolinit	Toplam
Üçadım	14,16	45,95	23,68	16,22	100.0
Alatoprak	8,68	40,68	34,89	15,76	100.0
Çayırılı	46,52	13,19	10,55	29,74	100.0
Kavakbaşı-Merk	76,46	4,86	14,69	3,99	100.0
Karabudak	65,74	9,69	10,73	13,84	100.0
Beşevler	64,13	16,13	14,50	5,25	100.0
Kavakbaşı-Cami	43,15	25,00	25,25	6,60	100.0
Pınarbaşı Mah.	26,96	43,53	13,42	16,08	100.0
Dağlık	60,92	8,62	11,95	18,51	100.0
Bozburun	53,09	13,07	23,38	10,45	100.0
Açıkalan	76,60	4,31	12,92	6,17	100.0
İkizler	63,95	11,63	10,47	13,95	100.0
Gümüşkanat	36,12	17,13	26,56	20,19	100.0
Salman	60,95	13,51	21,22	4,32	100.0
Akpınar	61,12	15,13	15,13	8,61	100.0
Arpalıseki	68,16	13,10	9,54	9,20	100.0
Çitliyol	27,40	35,62	27,40	9,59	100.0
Uran	43,87	22,97	24,52	8,65	100.0
Yenidoğan	63,05	9,63	18,66	8,66	100.0
Özenli	53,59	7,05	15,72	23,64	100.0
Bağarası	72,02	6,31	12,26	9,40	100.0
Meydan	41,89	19,53	18,11	20,47	100.0
Çıgır	66,11	2,94	24,68	6,27	100.0
Koyunlu	61,06	4,17	24,65	10,11	100.0
Kocainiş	58,38	10,03	19,92	11,68	100.0
Ekizler	42,30	15,01	24,67	18,02	100.0
Kavakbaşı-Orta	41,86	25,12	14,15	18,87	100.0
Oluklu	63,91	8,94	15,53	11,62	100.0
Dağarcık	57,66	10,79	21,70	9,85	100.0
Yalıntaş	59,81	9,06	14,87	16,26	100.0
Erler	59,72	8,24	14,13	17,90	100.0
Akçağaç	21,84	36,11	35,36	6,69	100.0

%0.34-5.37, illit %0.46-3.08 ve kaolinit %0.30-3.82 ve arasında belirlenmiştir(Çizelge3).

Sonuç

Araştırma alanı toprakların bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak organik madde düzeylerinin genellikle iyi düzeylerde

bulunduğu, ana materyal ve topografik yapıya bağlı olarak toprakların tuz ve kireç içeriklerinin düşük, pH' larının genel olarak hafif bazik ve bünyelerinin çoğunlukla kaba tekstürlü olduğu görülmüştür. Toprakların makro besin elementlerinden kalsiyum, magnezyum ve potasyum konsantrasyonları

Çizelge 3. Mutki Topraklarının Toprak Bileşenlerinin Analizi ve Oranları

Toprak Serisi	OM	Tuz	Kireç	Kum	Silt	Smek.	Verm.	İllit	Kaol.	Toplam
Üçadım	4,11	0,05	5,00	60.13	19.00	1,66	5,37	2,77	1,91	100.0
Alatoprak	5,51	0,02	1,50	70.28	17.29	0,46	2,20	1,85	0,89	100.0
Çayırılı	2,76	0,02	1,00	68.20	15.20	5,95	1,67	1,38	3,82	100.0
Kavakbaşı-Merk	4,05	0,02	8,41	66.66	13.69	5,48	0,34	1,06	0,30	100.0
Karabudak	4,00	0,01	1,60	73.50	16.60	2,81	0,41	0,46	0,61	100.0
Beşevler	3,54	0,03	1,10	58.72	24.11	7,99	2,04	1,83	0,65	100.0
Kavakbaşı-Cami	6,97	0,07	8,61	60.92	11.23	5,27	3,05	3,08	0,80	100.0
Pınarbaşı Mah.	2,41	0,04	4,00	61.38	21.14	2,98	4,77	1,49	1,79	100.0
Dağlık	4,89	0,04	1,10	66.40	12.12	9,36	1,34	1,87	2,87	100.0
Bozburun	3,78	0,02	1,50	75.19	11.93	4,04	1,00	1,75	0,78	100.0
Açıkalan	3,16	0,05	7,41	64.71	15.46	7,08	0,38	1,19	0,56	100.0
İkizler	2,81	0,01	2,20	65.44	8.78	13,23	2,44	2,20	2,89	100.0
Gümüşkanat	3,97	0,03	5,80	61.78	19.03	3,41	1,61	2,51	1,86	100.0
Salman	5,78	0,09	2,60	69.70	15.28	4,01	0,91	1,36	0,27	100.0
Akpınar	3,70	0,02	1,40	63.20	19.65	7,33	1,86	1,81	1,04	100.0
Arpalıseki	4,43	0,05	1,70	58.16	14.54	14,38	2,76	2,04	1,94	100.0
Çitliyol	3,86	0,03	3,40	66.39	17.61	2,45	3,15	2,21	0,91	100.0
Uran	4,03	0,02	4,40	65.54	15.19	4,77	2,50	2,62	0,93	100.0
Yenidoğan	2,32	0,03	5,00	74.04	2.98	9,87	1,50	2,90	1,34	100.0
Özenli	2,30	0,01	1,30	71.81	14.55	5,37	0,72	1,55	2,40	100.0
Bağarası	2,70	0,02	1,00	65.37	15.50	11,12	0,97	1,88	1,44	100.0
Meydan	2,57	0,10	1,90	73.19	14.50	3,26	1,51	1,40	1,57	100.0
Çığır	7,16	0,09	4,60	62.32	13.48	8,14	0,36	3,04	0,81	100.0
Koyunlu	5,19	0,11	1,80	68.11	16.19	5,26	0,35	2,13	0,86	100.0
Kocainiş	4,84	0,04	1,70	70.19	14.38	5,18	0,88	1,75	1,04	100.0
Ekizler	5,24	0,04	1,20	77.06	6.63	4,16	1,48	2,43	1,76	100.0
Kavakbaşı-Orta	5,76	0,04	6,21	66.08	16.80	2,14	1,29	0,72	0,96	100.0
Oluklu	3,73	0,02	3,20	61.80	16.19	9,58	1,38	2,33	1,78	100.0
Dağarcık	4,38	0,04	1,40	73.20	14.40	3,80	0,72	1,41	0,64	100.0
Yalıntaş	4,22	0,03	0,70	67.51	14.51	7,84	1,20	1,87	2,11	100.0
Erler	4,51	0,03	3,50	67.59	19.12	3,15	0,42	0,74	0,93	100.0
Akçağaç	3,08	0,04	1,00	75.07	12.08	1,92	3,15	3,06	0,59	100.0

yeterli düzeylerde ve sodyum düzeylerinin ise düşük olduğu görülmüştür.

Toprakların kil fraksiyonlarından elde edilen XRD grafikleri üzerinde yapılan kantitatif mineralojik analizler sonucunda; çalışma alanında smektit, illit, vemikulit ve kaolinit kil minerallerinin mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanında smektit baskın mineral olarak gözlenmiştir. Araştırma alanı topraklar smektit oluşumu için kriter olan bazik koşullara sahip olduğundan, smektit kil mineralinin baskın olarak bulunduğu, ova toprakların genellikle mikaşist ana materyal üzerinde oluşmasının ise illitin yaygın olarak gözlenmesinde etili olduğu

düşünülmektedir. Ova topraklarında potasyumun yüksek olduğu alanlarda, kil fraksiyonunda özellikle illitin yüksek düzeylerde gözlemlendiği görülmüştür. Mikasit üzerinde oluşan bazı topraklarda potasyum düzeyinin $800 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 'a kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. Kantitatif kil analizi sonucu kil fraksiyonunda bulunan kil tiplerinin, gerçek toprak bileşenindeki oranları da hesaplanmış, araştırma alanı topraklar genellikle kaba bünyeli olduklarından, hesaplama sonucunda kil tiplerinin toprak bileşenindeki düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Tüm bu veriler doğrultusunda, kil minerallerinin bölgede bulunma durumunu etkileyen faktörlerden pH ve ana materyal etkisinin ön plana çıktığı, bölgede oluşan kil minerali tiplerinin bu minerallerin genel olarak bilinen oluşum koşulları ile uyumlu olarak yaygınlık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

- Bouyoucos, G. J., 1951. Recalibration of The Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils, *Agron. Jour.*, 43, 434-438.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Helmke, P. A. ve Sparks, D. L., 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Cesium. p.551-575. In Sparks, D. L. (ed) *Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3.* SSSA, Madison, WI.
- Jackson, M. L., 1969. *Soil Chemical Analysis, Advanced Course*, 2nd ed. Published by The Author, University of Wisconsin, Madison, 8955.
- Master Planı, 2012. Bitlis Valiliği İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Bitlis Tarım Master Planı. Ocak 2012. Syf.9-22.
- Mitchell, T. K., 1976. *Fundamentals of Soil Behaviour*, Wiley, New York.
- Nelson, D. W. ve L. E., Sommers, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis.* Page, A.L. (Ed) Part 2, 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA. and SSSA, Madison, WI, pp. 539-579.

- Sayın, M., 1983. Toprak Mineralojisi Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:227. Ders Kitapları Yayın No: A-72.
- Thomas, G. W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: *Methods of Soil Analysis.* Sparks J.M. Bigham, (Ed) Part 3, Agron. Monogr. 5. ASA. and SSSA, Madison, WI, pp. 475-491.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 374.
- Ünal, H., S. Başkaya, H., 1981. Toprak Kimyası, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 759, Ders Kitabı: 218, Ankara.
- Yılmaz, K., 1984. Adana, Seyhan, Berdan ve Göksu Ovalarında yaygın olarak bulunan bazı toprak serilerindeki kil minerallerinin X-ışınları difraksiyonu yöntemi ile kantitatif analizi Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Yılmaz, K., 1990. Harran Ovası Topraklarının Mineralojik Karakterizasyonları Doktora Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.



Uslu Zeytin Çeşidi Yapraklarındaki Makro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimi

Erol AYDOĞDU¹ Hatice Sevim TURAN¹ Tülin PEKCAN¹ Bülent TORUN²

Özet

Bu çalışmada Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki makroelementlerin (N, P, K, Ca, Mg) mevsimsel değişimlerinin incelenmesi ve bunun sonucunda yaprak örneklerinin alınması için en uygun dönemin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada, Uslu zeytin çeşidinde Mayıs–2009 ile Nisan–2010 tarihleri arasında aylık olarak yaprak örnekleri alınarak makroelementler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yaprakların N, P, K, Ca ve Mg içerikleri sırası ile % 0.89-2.78; % 0.10-0.14; % 0.72-1.43; % 1.21-2.23; % 0.13-0.19 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda Uslu zeytin çeşidinde makroelementler için stabil dönemin Kasım-Ocak ayları arası olduğu ve bu dönemlerin bu çeşit için en uygun yaprak örneği alma dönemi olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Makroelement, mevsimsel değişim, yaprak örneği alma dönemi, zeytin.

The Seasonal Variation of Macro Nutrients in The Leaves of Uslu Olive Variety

Abstract

The objective of the research was to determine the seasonal variations of leaf macroelements (N, P, K, Ca, Mg) of Uslu olive variety. The research was also undertaken to determine the stable period for leaf sampling in Uslu olive variety..

Leaf samples were taken montly from 2009 May to 2010 April and analyzed leaf macroelements. Accordig to analysis results, the contents of N, P, K, Ca and Mg varied between 0.89-2.78 %, 0.10-0.14 %, 0.72-1.43 %, 1.21-2.23 %, 0.13-0.19 % respectively for Uslu variety.

Results revealed that the stable period of macrolements is between November and January in Uslu olive variety and it can be recommended as the leaf sampling period for Uslu olive variety.

Keywords: Macroelement, seasonal variation, leaf sampling period, olive.

Giriş

İnsanların sağlıklı beslenmesinde her geçen yıl önemi daha da artan zeytin; tarih öncesi devirlerden bu güne kadar önemini koruyan, bilinen en eski ve en uzun süre ürün veren bir meyve ağacıdır. Özellikle son yıllarda zeytin yetiştiriciliğine verilen destek, her geçen yıl zeytin yetiştiriciliği alanlarını genişletmiştir. Ülkemiz, 938.000 ha zeytin alanı ile 5. sırada 1.754 bin ton tane zeytin üretimi ile 4. sırada, 143 bin ton zeytinyağı üretimi ile de 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2016).

Farklı iklim koşullarında yetişen zeytin bitkisinde, verimin ve kalitenin artırılması ile bitkinin sağlıklı beslenebilmesi için gerekli olan gübrelemenin uygun zaman ve miktarda yapılması gerekmektedir. Bunun için de en önemli etken, bitkideki besin maddelerinin farklı vejetasyon dönemlerindeki değişimlerinin bilinmesidir. Yapılan araştırmalarda bitkinin beslenme durumunun yapraklardaki besin elementi içeriği ile elde edilen verim arasındaki korelasyonların varlığı, zeytinin gelişme dönemi süresince yapraklarının besin elementi içeriğinin bilinmesini zorunlu kılmaktadır.

¹ Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova-İzmir

² Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

Çizelge 1. Uslu zeytin çeşidine ait toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Derinlik cm	pH	EC mS·cm ⁻¹	CaCO ₃ %	OM %	N %	P mg·kg ⁻¹	K mg·kg ⁻¹	Ca mg·kg ⁻¹	Mg mg·kg ⁻¹
0-30	7.85	0.71	6.05	1.65	0.11	65	435	4470	214
30-60	7.81	0.79	5.93	1.69	0.11	60	329	4278	212

Yaprak analizleriyle yapılacak beslenme durumunun belirlenmesinde ise yaprak örneklerinde besin elementi değişiminin stabil olduğu dönemlerde ve uygun bir şekilde örnek alınması gereklidir. Zamanında ve etkin bir şekilde toprak ve yaprak analiz sonuçlarına göre yapılan gübreleme ile bitkinin ihtiyacından fazla gübre kullanılması önlenilecektir.

Bu çalışmada Uslu zeytin çeşidinin 12 aylık gelişme dönemi boyunca yapraklarındaki makro besin elementlerinin aylara göre değişimlerinin incelenmesi ve her bir element için örnek almaya en uygun dönemin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Bornova Araştırma ve Üretim Sahasındaki 5.00 x 7.50 m aralıklarla dikilmiş, damla sulama ile sulanan 40 yaşındaki Uslu zeytin çeşidinden alınan yaprak örnekleri oluşturmaktadır. Uslu zeytin çeşidinin orijini Manisa ilinin Akhisar ilçesidir. Büyük, yoğun ve geniş bir taç hacmi oluşturur. Meyvesi oval ve orta büyüklüktedir. İyi bakım şartlarında düzenli ve orta düzeyde verim verir. Çekirdeği kolay ayrılır ve et-çekirdek oranı yüksektir. Genellikle siyah sofralık olarak değerlendirilir (ZAE, 2006).

Yaprak örnekleri 2009 (ürün yılı) – 2010 (az ürün yılı) yıllarında 12 ay boyunca her ayın ilk haftasında alınmıştır. Yaprak örnekleri denemede yer alan ağaçlardan 4 tekerrürlü (her tekerrürde 3 ağaç) olarak, yıllık uç sürgünlerin ortasındaki karşılıklı yaprak çifti şeklinde ve ağaçların dört bir yanından usulüne uygun olarak alınmıştır (Güner, 1969). Yaprak örneklerinde, N (%) Makro Kjeldahl Metodu ile (Kacar ve İnal, 2008), P (%), K (%), Ca (%) ve

Mg (%) mikro dalga yakma cihazında yakılıp ICP-OES ile belirlenmiştir (Zarcinas ve ark. 1987).

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü (her tekerrürde 3 ağaç) olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey testi uygulanmıştır. İstatistiki analizlerde JMP 5.0 istatistik programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Uslu zeytin çeşidinin yetiştigi parselde ait toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Yaprak Örneklerinin Mevsimsel Değişimine İlişkin Sonuçlar ve Tartışmaları

Uslu zeytin çeşidinden alınan yaprak örneklerinin ortalama % N, P, K, Ca ve Mg içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda zeytin yapraklarının % N, P, K, Ca ve Mg içerikleri örneğin alındığı aya bağlı olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprakların Kasım, Aralık ve Ocak aylarında Uslu çeşidinde belirlenen ortalama N içeriği % 1.34 bulunmuştur. Anonim (1993)'in zeytin yapraklarındaki besin elementlerinin değerlendirilmesi için önerilen sınır değerlerine göre N değeri düşük sınıfa girmektedir. Yapraklardaki N değeri Temmuz ayında % 2.78'e kadar yükselmekte, en düşük azot değeri Şubat ayında % 0.89'a kadar düşmektedir.

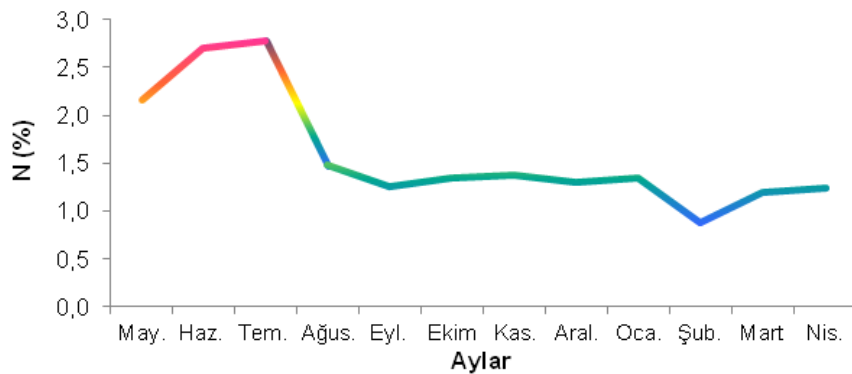
Azotun Şubat ayında minimuma düşmesinin nedeni bitkinin hasattan sonra dinlenme döneminde olmasından kaynaklandığı

Çizelge 2. Uslu zeytin çeşidine ait yaprak örneklerinin N, P, K, Ca, Mg içerikleri

Aylar	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Mayıs	2.16 e	0.11 ab	0.72 a	1.71 bc	0.13 a
Haziran	2.70 f	0.14 d	1.43 f	1.21 a	0.13 a
Temmuz	2.78 f	0.13 cd	1.38 f	1.63 bc	0.16 b
Ağustos	1.48 d	0.12 abc	1.12 de	2.13 ef	0.17 bc
Eylül	1.25 bc	0.13 bcd	1.39 f	1.97 de	0.17 bc
Ekim	1.34 c	0.11 abc	1.10 de	2.18 f	0.18 bc
Kasım	1.37 cd	0.11 ab	1.16 e	1.96 de	0.19 c
Aralık	1.29 bc	0.11 ab	0.98 cd	1.81 cd	0.16 b
Ocak	1.35 c	0.12 abcd	1.02 cde	1.55 b	0.18 bc
Şubat	0.89 a	0.11 ab	0.87 bc	2.13 ef	0.17 bc
Mart	1.19 b	0.10 a	0.81 ab	2.21 f	0.17 bc
Nisan	1.24 bc	0.10 a	0.80 ab	2.23 f	0.17 bc

düşünülmektedir. Haziran-Ekim ayları arasında N'un yapraktaki değişimi % 50.37 olarak bulunurken, Kasım-Ocak ayları arasında ise % 1.46 gibi çok düşük bir değerdir. Değişimin en az olduğu Kasım-Ocak ayları arası bitkinin beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla yaprak örneği alma dönemi (stabil dönem) olarak düşünülebilir. Uslu zeytin çeşidine ait elde edilen N eğrisi incelenecek olursa, N içeriğinin Mayıs ayından Temmuz ayına kadar (çiçeklenme ve meyve teşekkülü dönemi) yükseldiği, daha sonra Eylül ayına doğru bir

düşme gösterdiği, daha sonra Ocak ayına kadar (hasat ve dinlenme dönemi) stabil kalmış ve Şubat ayında N içeriğinde hafif bir düşme görülmüştür (Şekil 1). Püskülcü (1981) Memecik zeytin çeşidinde yaptığı çalışmada yaprakların N içeriğinin boş yılında Mart, Nisan ve Mayıs aylarında hafif bir yükselme gösterdiğini, meyve olgunluk devresine doğru düştüğünü ve hasada doğru tekrar yükselmeye başladığını, dolu yılında ise N içeriğindeki azalmanın Mart ayından itibaren başlayıp meyve gelişimi ile devam ettiğini ve sonra



Şekil 1. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki % N'un aylara göre değişimi

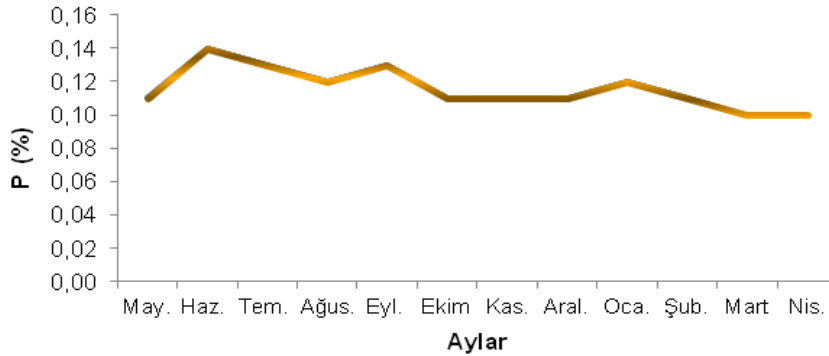
hasada doğru yükselme gösterdiğini belirlemiştir. Uslu zeytin çeşidinin 12 aylık gelişme periyodu içerisinde bitki besin elementlerinin yaprakta birikiminin en fazla olduğu aylar Mayıs, Haziran olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Bu durum bu dönemlerden önce bitkinin alabileceği azotun hazır olarak bulunması ile daha iyi besleneceğini göstermektedir.

Kasım-Aralık-Ocak aylarında Uslu çeşidinde belirlenen ortalama P içeriği % 0.11 olarak bulunmuştur. Anonim (1993)'in sınıflandırmasına göre bu değer yeterli sınıfına girmektedir. Yapraklardaki en yüksek fosfor değeri Haziran ayında % 0.14'e kadar yükselmekte, en düşük % fosfor değeri ise Nisan ayında % 0.10'a kadar düşmektedir. Haziran-Ekim ayları arasında P'un yapraktaki değişimi % 21.43 olarak bulunurken, Kasım-Ocak ayları arasında % 9.10 olarak belirlenmiştir. Haziran-Ekim ayları arasındaki P içeriğinin % değişimi Kasım-Ocak ayları arasındakine nazaran daha fazla olduğu için Kasım-Ocak ayları arası bitkinin beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla yaprak örneği alma dönemi (stabil dönem) olarak düşünülebilir. Şekil 2'de yapraklardaki P içeriğinin aylara göre değişimi incelendiğinde, Mayıs ayından Haziran ayına kadar (çiçeklenme, meyve teşekkülü ve meyve gelişimi dönemi) hafif bir yükselme göstermiş, Haziran ayından Ağustos ayına kadar hafif düşmüş, daha sonra Eylül ayına kadar tekrar yükselip Ekim ayına kadar düşen P içeriği Nisan ayına kadar stabil kalmıştır. Eryüce (1979) Ayvalık zeytin çeşidinde yaptığı çalışmada, P içeriğinin çiçeklenme ve meyve

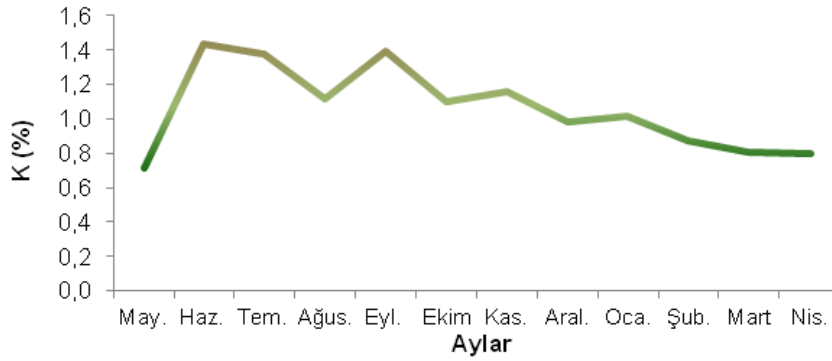
tutumu sırasında yükselmeye başladığını, Temmuz'un ikinci haftasında en üst düzeye ulaştığını ve Temmuz'un ilk yarısından sonra çekirdek sertleşmesi döneminde P içeriğinde dikkati çeken bir düşme olduğunu bildirmiştir.

Uslu zeytin çeşidinin 12 aylık gelişme periyodu içerisinde besin elementinin yapraklarda birikim gösterdiği aylar Mayıs ve Haziran olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Bu durum bu dönemlerden önce bitkinin alabileceği fosforun hazır olarak bulunması ile daha iyi besleneceğini göstermektedir.

Uslu zeytin çeşidine ait yaprak örneklerinde Kasım-Aralık-Ocak aylarında belirlenen ortalama K içeriği % 1.05 bulunmuştur. Anonim (1993)'in sınıflandırmasına göre bu değer yeterli sınıfına girmektedir. Yapraklarındaki K içeriği en yüksek Haziran ayında % 1.43'e kadar yükselmekte, en düşük K değeri Mayıs ayında % 0.72'ye kadar düşmektedir. Haziran ayında K içeriği en yüksek değere ulaşmaktadır. Bu durumun, yapraklarda Haziran ayı içerisinde depolanan K'un meyve tutumu ile birlikte meyveye doğru taşınmasından kaynakladığı düşünülmektedir. Haziran-Ekim ayları arasında K bitki besin elementinin yapraktaki değişimi % 23.08 olarak bulunurken, Kasım-Ocak ayları arasında % 12.07 olarak tespit edilmiştir. Kasım-Ocak ayları arası K için de stabil dönem olarak düşünülebilir. Uslu zeytin çeşidine ait elde edilen K eğrisi incelenecek olursa, K içeriğinin Mayıs ayından Temmuz ayına kadar (çiçeklenme ve meyve teşekkül dönemi) bir yükselme, Ağustos ayından Şubat ayına kadar (meyve gelişimi ve dinlenme dönemi) iniş ve çıkışlar gözlenmiş ve daha sonra stabil kalmıştır



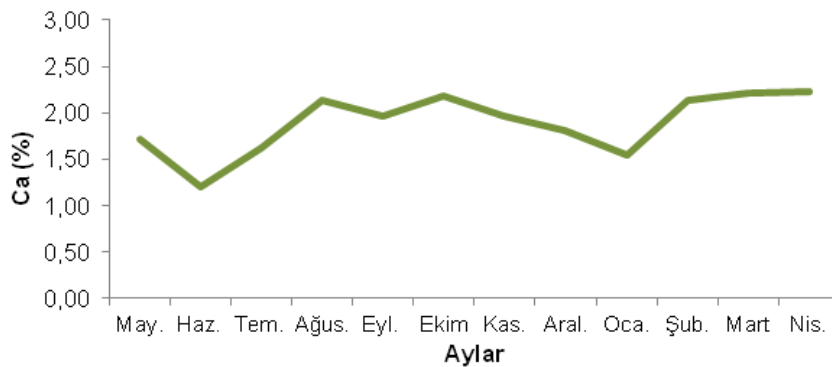
Şekil 2. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki % P'un aylara göre değişimi



Şekil 3. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki % K'un aylara göre değişimi

(Şekil 3). Soyergin (1993), K'un meyvelerin oluşum ve gelişim dönemlerinde tüketildiğini, meyvelerin olgunlaşması sırasında yapraktaki K miktarının düşerek meyvelere doğru taşındığını belirtmiştir. Uslu zeytin çeşidinin 12 aylık gelişme periyodu içerisinde bitki besin elementinin yapraklarda birikiminin en fazla olduğu aylar Haziran ve Kasım ayları arası olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Bu da bize bu dönemlerden önce bitkinin alabileceği potasyumun hazır olarak bulunması ile daha iyi besleneceğini göstermektedir. Kasım-Aralık-Ocak aylarında Uslu çeşidinde belirlenen ortalama Ca içeriği % 1.77 olarak bulunmuştur. Anonim (1993)'in yapmış olduğu sınıflandırmaya göre bu değer yeterli sınıfa girmektedir. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki kalsiyum miktarı en yüksek Mart-Nisan ayında % 2.23'e kadar yükselmekte, en düşük % Ca değeri Haziran ayında % 1.21'e düşmektedir. Bitki besin elementi olarak Ca hareketsiz bir element olduğu için yıl içerisinde yapraklardaki

miktarında diğer elementlere göre fazla değişiklik meydana gelmediği Çizelge 2'den görülmektedir. Haziran-Ekim ayları arasında Ca'un yapraktaki değişimi % 80.2 olarak bulunurken, Kasım-Ocak ayları arasında % 20.9 olarak tespit edilmiştir. N, P ve K elementlerinde belirtildiği gibi Ca elementi için de Kasım-Ocak ayları arası yaprak örneği alma dönemi olarak düşünülebilir. Şekil 4'de yapraklardaki Ca içeriğinin aylara göre değişimi incelendiğinde, Mayıs ve Haziran aylarında hafif bir düşüş (çiçeklenme dönemi), Haziran ayından Ağustos ayına kadar (meyve tutumu ve gelişimi dönemi) bir artış, daha sonra Ocak ayına kadar hafif iniş çıkışlar gözlenmiş ve Ocak ayından itibaren artarak stabil kalmıştır. Sarıfakıoğlu (1995), bazı zeytin çeşitlerinde yaprak ve meyvede mineral besin maddelerinin mevsimsel değişimini incelemiş ve yaprakların Ca miktarının boş ve dolu yıllarda artış gösterdiğini ve yapraklarda Ca birikimi olduğunu dolayısıyla Ca'un meyveye pek fazla taşınmadığını ifade etmiştir. Uslu



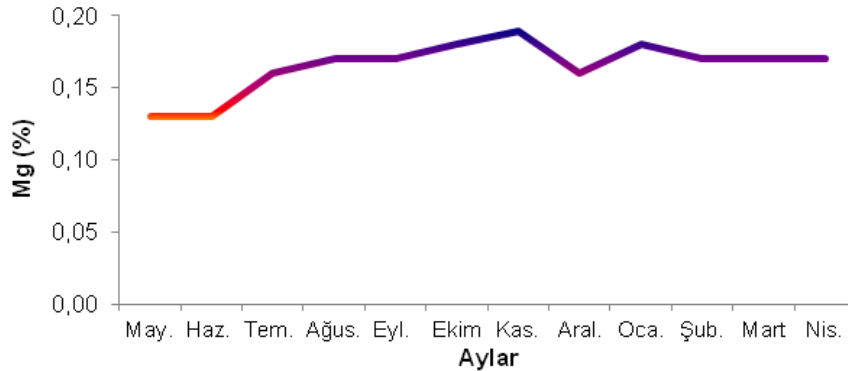
Şekil 4. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki % Ca'un aylara göre değişimi

çeşidinde Kasım-Aralık-Ocak aylarında belirlenen ortalama Mg içeriği % 0.18 bulunmuştur. Anonim (1993)'in zeytin yapraklarında yaptığı sınıflandırmaya göre bu değer düşük sınıfına girmektedir. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki Mg değeri en yüksek Kasım ayında % 0.19'a yükselmekte, en düşük Mg değeri Mayıs-Haziran aylarında aylarında % 0.13'e düşmektedir. Yapraklardaki magnezyum içeriklerinin maksimum ve minimum değerleri arasında yaklaşık % 0.06-0.07 kadar bir farklılık görülmektedir. Bu da meyve ile kalkan Mg ve Ca miktarının diğer makro besin elementlerine göre çok az olduğunu göstermektedir. Haziran-Ekim ayları arasında Mg bitki besin elementinin yapraktaki değişimi % 38.5 olarak bulunurken, Kasım-Ocak ayları arasında Uslu çeşidinde ise % 5.3 olarak tespit edilmiştir. Mg elementi için de Kasım-Ocak ayları arası yaprak örneği alma dönemi olarak düşünülebilir. Uslu zeytin çeşidine ait elde edilen Mg eğrisi incelenecek olursa, Mayıs ayından Kasım ayına kadar (çiçeklenme ve hasat dönemi) düzenli bir artış dikkati çekmekte, Kasım ve Ocak ayları arasında (dinlenme dönemi) hafif bir iniş çıkış gözlenmiş ve daha sonra stabil kalmıştır (Şekil 5). Sarıfakıoğlu (1995), yaptığı çalışmada yaprakların Mg içeriğinde benzer değişimi elde etmiş ve yapraklardaki magnezyumun Ca'da olduğu gibi yapraktan meyveye çok fazla taşınmadığını ifade etmiştir.

belirlenmesinde toprak ve yaprak analizlerinin birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak yaprak örneklerinin alınma zamanı son derece önemlidir. Yapraktaki bitki besin elementlerinin en az değişim gösterdiği dönemler (stabil dönem) en iyi örnekleme zamanı olarak tanımlanmaktadır. Uslu zeytin çeşidinin 12 aylık gelişme periyodu içerisinde yaprak örneklerinde yapılan bitki besin maddesi analizleri sonucunda, makro besin elementlerinde (N, P, K, Ca, Mg) değişimin en az olduğu Kasım-Ocak ayları arası bitkinin beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla yaprak örneği alma dönemi (stabil dönem) olarak düşünülebilir. Sofralık zeytin olarak değerlendirilen ve ekonomik değeri yüksek olan Uslu zeytin çeşidinden kaliteli ve yüksek oranda verim alınabilmesi için bitki besin elementlerinin bitkinin alımına ihtiyaç duyduğu dönemlerde toprakta hazır bulundurulması gereklidir. Bunun için gübreleme programlarının toprak ve yaprak analizlerinin sonuçlarına göre mutlaka dengeli bir şekilde, yeterli miktarda ve bitki besin elementlerinin alınımı açısından uygun zamanlarda yapılmasına dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

Anonim (1993) Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bölge Yaprak ve Toprak Analiz Laboratuvarı Survey Çalışmaları Kesin Sonuç Raporu. Bornova, İzmir, Türkiye.
Eryüce, N. (1979) Ayvalık bölgesi yağlık zeytin



Sonuç ve Öneriler

Bitkilerin beslenme durumlarının çeşidi yapraklarında bazı besin elementlerinin bir vegetasyon periyodu

Şekil 5. Uslu zeytin çeşidinin yapraklarındaki % Mg'un aylara göre değişimi

- içindeki değişimleri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 114s, Bornova, İzmir,
- FAO (2016) Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>
Erişim Tarihi: 12.04.2016.
- Güner, H. (1969) Zeytinin Kimyasal Yaprak Yapısı ile Ürün Verimi Arasındaki İlişkilere Dair Bir Araştırma. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 155, İzmir.
- Kacar, B., İnal, A. (2008) *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241, 171-212s, Ankara.
- Püskülcü, G. (1981) Memecik zeytin çeşidinde makro ve mikro besin elementlerinin mevsimsel değişimlerinin incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, 76s, Bornova, İzmir.
- Sarıfakıoğlu, M.C. (1995) Bazı zeytin çeşitlerinde yaprak ve meyvede mineral besin maddelerinin mevsimsel değişimi ve ürün ile kaldırılan besin maddelerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 157s, Bornova, İzmir.
- Soyergin, S. (1993) Bursa yöresi gemlik çeşidi zeytinlerinin bazı besin elementleri içeriği ve bu elementlerin mevsimsel değişimleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 182s, Bursa.
- ZAE (2006) *Zeytin Yetiştiriciliği*. Emre Basımevi, Yayın No: 61, 137s, İzmir.
- Zarcinas, B.A., Cartwright, B., Spauncer, L.P. (1987) Nitric acid digestion and multielement analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 18:131-147.



Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Sahriye SÖNMEZ¹

Dilek Saadet ÜRAS²
Nil ÖZEN¹ Ezgi KILIÇ¹

Erbil DEMİR¹

Özet

Kültür mantarcılığı; üretim odalarında sene boyunca üretim yapılabilmesi, diğer tarım kollarındaki gibi ekolojik şartlara bağlılığının olmaması ve uygun koşulların sağlanmasıyla yılda aynı alandan altı defa ürün alınabilmesi nedeniyle çok karlı bir tarımsal faaliyet alanıdır.

Türkiye'de mantarcılık faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü Antalya-Korkuteli yöresinde yetiştirilen kültür mantarlarının besin içeriklerinin araştırıldığı bu çalışmada; ilçede faaliyet gösteren 11 farklı işletmenin 2. flaşlarındaki mantarlardan numuneler alınmış ve total N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri tespit edilmiş ve protein içeriği hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; üretilen kültür mantarlarının besin içeriklerinin üreticilere göre büyük farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Bunun nedeninin, farklı ticari işletmelerden temin edilen ve farklı kimyasal bileşimlere sahip kompostların kullanılması olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Korkuteli, kültür mantarı, mantar kompostu, beslenme durumu.

Determination of Nutritional Status of the Mushroom (*Agaricus bisporus*) produced in Korkuteli-Antalya Region

Abstract

Mushroom production is a very profitable agricultural activities because of the fact that the product can be taken from the same are a six times in year. Mushroom production can be made throughout they ear in the production room and the lack of commitment to ecological conditions as in other branches of agriculture when ever the appropriate conditions.

This study was aimed to determine the nutritional status of the mushroom produced in the mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation of enterprises in Antalya- Korkuteli region. For this purpose; samples were taken from mushrooms at the period in which they grow their flash 2 from 11 different enterprises in Korkuteli-Antalya region in April 2016. The total N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn contents of mushroom were analyzed, and the protein contents were calculated. The results indicated that the nutrients contents of the produced mushroom were greatly different according to producers. These differences affected to mushroom yield and quality of the obtained by producers, and thus it concluded that affect the economic gains. The reason is considered to be the use of compost having different chemical compositions, obtained from different commercial enterprises.

Keywords: Korkuteli, mushroom, mushroom kompost, nutritional status.

Giriş

Kültür mantarcılığı; kontrollü üretim odalarında tüm sene boyunca üretim yapılabilmesi, diğer tarım kollarında olduğu gibi ekolojik şartlara bağlılığının olmaması ve uygun koşulların sağlanması durumuna göre yılda aynı alandan

yaklaşık altı defa ürün alınabilmesi nedeniyle çok karlı bir tarımsal faaliyet alanıdır.

Mantar insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. % 88-91 oranında su içeren taze mantarı besin değeri yönünden diğer sebzelerden ayıran bir özelliği de kolay

¹ Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

² Akdeniz Üniversitesi Korkuteli Meslek Yüksekokulu Bitkisel Üretim Bölümü, Korkuteli-Antalya

Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

hazmolabilen proteinlere sahip olmasıdır. Mantarların etli yapısının; karbonhidrat, protein, aminoasit, şeker, şeker alkoller, vitamin (A, B, C, D ve K) ve mineral madde içeriği bakımından zengin; fakat yağ oranı yönünden düşük olduğu belirtilmiştir (Manzi ve ark. 1999; Bonatti ve ark. 2004; Manzi ve ark. 2001; Diez ve Alvarez 2001; Mattila ve ark. 2001; Mau ve ark. 1998). Kültür mantarının bileşimi, çeşitler ve yetiştirme ortamlarına göre değişmekle birlikte, ortalama olarak % 88–91 su ve %9–12 oranında kuru maddeden oluşmaktadır. 100 g taze mantarda 3.5–4.5 g protein, 0.19-0.4 g yağ, 2.5-4.0 g azotsuz maddeler (karbonhidratlar), 0.8-1.0 g selüloz, 0.8-1.2 g mineral madde bulunmaktadır. Mantar proteininin hazmolabilme değeri % 72–83 arasındadır. Mantar proteini insan beslenmesi için gerekli hemen hemen tüm aminoasitleri içermektedir. Özellikle bu yönüyle, sebze türleri arasında en yüksek besin değerine sahiptir (MEB, 2012).

Dünyada üretilen yemeklik mantarların %40-50'si taze olarak tüketilmektedir (Erbay ve Küçüköner, 2008). Mantar tüketimi ülkeler arasında oldukça farklılık göstermektedir. Ülkemizde yıllık kişi başına 500 g olan bu rakam Avrupa Birliği ülkelerinde 2.5 kg civarındadır (Özçatalbaş vd., 2004).

Kültür mantarı Ca, P, K, Fe ve Cu gibi mineraller bakımından oldukça zengin bir besindir (Erkel, 2000) (Çizelge 1).

İnsan sağlığı ve beslenmesindeki rolü göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde gittikçe yaygınlaşmakta olan kültür mantarı yetiştiriciliğinin koşullarına uygun olarak yapılması önem arz etmektedir. Bu ise verim ve kalite açısından büyük ölçüde, mantar üretim ortamı olan kompostların kalitesine bağlıdır.

2013 yılı dünya mantar üretimi 9 926 996 ton olup; 34 494 ton ile Türkiye dünya sıralamasında 18. sırada yer almaktadır. Ülkemizde 40 yıllık bir geçmişe sahip olan kültür mantarı yetiştiriciliğinde ticari üretime 1980'li yıllardan sonra başlanmıştır. 1973 yılında yıllık mantar üretim miktarımız 80 ton iken, 1983'de 1 400 ton, 1987'de 2 560 ton, 1999'da ise 12 658 ton olarak kayıtlara geçmiştir (Erkel,1992;Aksu ve ark. 1996; Erkel ve Aksu, 2000). Günümüzde Türkiye mantar

Çizelge 1. Mantarın mineral madde içeriği (100 gr taze mantarda)

Mineral Maddeler	Miktarı
Kalsiyum	25,00
Fosfor	130.00
Potasyum	400.00
Demir	1.00
Bakır	0.65
Klor	80.00
Sodyum	20.00
Çinko	0.28
Mangan	0.60
Brom	0.20

üretimi 34 494 ton olup; son 10 yıl içerisinde % 165.3 oranında artış göstermiştir (FAOSTAT, 2015; Eren ve ark. 2016). Bu verilere göre Türkiye'nin kültür mantarı üretimi bakımından dünya üretimindeki payı yaklaşık %2 iken, Avrupa Birliği üretimine göre payı yaklaşık %6 kadardır.

Korkuteli İlçe Tarım Müdürlüğü verilerine göre; 2012 yılında ilçede 1 150 ailenin üretim yaptığı, 2 560 üretim deposunda 28 000 ton mantar üretiminin gerçekleştiği belirlenmiştir. TÜİK'e göre aynı yıl üretim miktarı Korkuteli'nde 18 000, Türkiye'de 33 750 ton olmuştur. Buna göre 2012 yılında Türkiye'de yetiştirilen kültür mantarının % 53.3'ü Korkuteli'nde üretilmiştir (Kadıoğlu, 2015). Yürütülen bu çalışmada Antalya ili Korkuteli ilçesinde üretimi yapılan kültür mantarlarının beslenme durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Antalya ili Korkuteli ilçesinde 2016 yılı Nisan ayında yürütülen bu çalışmada; ilçede üretimi yapılan kültür mantarlarının makro ve mikro besin elementi içerikleri araştırılmıştır. Bu amaçla; ilçede faaliyet gösteren 11 farklı işletmenin 2. flaşlarındaki mantarlarından numuneler alınmış ve aynı gün analizlerine başlanılmıştır.

Mantar örneklerinde total N tayini, modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmış, sonuçlar % olarak verilmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Mantar örneklerinde P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve

Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Mn miktarları Kacar ve İnal (2008)'ın bildirdiği şekilde yaş yakma metodu ile elde edilen süzükte; ICP-OES Varian (Inductively Coupled Plasma) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar P, K, Ca, Mg ve Na için kuru maddede %; Fe, Zn, Mn ve Cu için ise kuru maddede ppm olarak verilmiştir.

Mantarların protein içeriği; total N içeriğinin 6.25 katsayısı ile çarpılması sonucu elde edilmiştir (Kutlu, 2008).

Bulgular ve Tartışma

Yapılan analiz sonuçlarına göre Korkuteli ilçesindeki mantarhanelerde yetiştirilen kültür mantarlarının, N içerikleri % 3.5-5.1, P içerikleri % 0.20-0.69, K içerikleri % 0.65-1.26, Ca içerikleri % 0.02-0.14, Mg içerikleri % 0.17-0.25, Na içerikleri % 0.01-0.04, Fe içerikleri 64.50-355.60 ppm, Mn içerikleri 4.90-8.93, Zn içerikleri 99.20-243.30 ppm, Cu içerikleri 43.87-411.70 ppm aralıklarında değişim göstermiştir (Çizelge 2a ve 2b).

Bazı mantar türlerinde (*Pleurotus spp.* ve *Agaricus bisporus*), türün genetiksel yapısına

ve yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal durumuna bağlı mantarların P içeriklerinin ortalama % 0.11 olduğu, K içeriklerinin % 1.41-4.56, Ca içeriklerinin % 0.02- 0.12, Mg içeriklerinin 0.04-0.19, Na içeriklerinin % 0.02-0.09 ; Fe içeriklerinin 176.5-838,0 ppm, Zn içeriklerinin 35.0- 46.0 ppm, Mn içeriklerinin 4.8-65.4 ppm ve Cu içeriklerinin 6.5-21.5 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir (Akyüz ve Kırbağ, 2010; Altıniğne ve Berkan, 1985). Bu verilerle kıyaslandığında bizim çalışmamızda P içeriklerinin tüm örneklerde daha yüksek, K içeriklerinin tüm örneklerde daha düşük olduğu, Ca içeriklerinin genel olarak birbirine paralel seyrettiği, Mg içeriklerinin nispeten daha yüksek olduğu ve Na içeriklerinin ise genel olarak benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Sonuç

Antalya ili Korkuteli ilçesinde üretilen kültür mantarlarının besin maddesi içeriklerinin üreticilere göre çok büyük farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, farklı ticari

Çizelge 1a. Antalya ili Korkuteli ilçesinde üretilen kültür mantarlarının protein ve mineral içerikleri

Örnek No	%						
	Protein	N	P	K	Ca	Mg	Na
1	31.50	5.05	0.69	0.84	0.09	0.25	0.02
2	24.90	3.98	0.20	0.67	0.11	0.21	0.02
3	31.40	5.02	0.59	0.95	0.11	0.22	0.02
4	21.90	3.50	0.48	0.65	0.02	0.17	0.01
5	32.10	5.14	0.60	0.96	0.11	0.23	0.02
6	21.90	3.50	0.66	0.90	0.14	0.20	0.01
7	26.50	4.23	0.58	0.75	0.05	0.19	0.01
8	24.40	3.90	0.43	0.68	0.14	0.19	0.04
9	28.20	4.52	0.55	1.15	0.14	0.23	0.02
10	30.80	4.93	0.53	1.18	0.08	0.25	0.02
11	31.00	4.97	0.50	1.26	0.06	0.23	0.04
12	29.70	4.75	0.64	1.08	0.10	0.23	0.02
Minimum	21.90	3.50	0.20	0.65	0.02	0.17	0.01
Maksimum	32.10	5.14	0.69	1.26	0.14	0.25	0.04
Ortalama	27.74	4.44	0.52	0.93	0.09	0.22	0.02

Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Çizelge 1b. Antalya ili Korkuteli ilçesinde üretilen kültür mantarlarının protein ve mineral içerikleri

Örnek No	ppm			
	Fe	Mn	Zn	Cu
1	355.60	8.93	243.3	411.70
2	64.50	4.93	99.2	91.70
3	98.33	6.44	181.8	335.80
4	105.70	5.96	102.8	93.83
5	159.20	6.75	142.3	144.80
6	134.30	4.90	114.3	43.87
7	198.90	5.29	105.4	102.90
8	171.50	5.19	112.5	125.70
9	221.20	7.10	116.7	133.90
10	101.70	6.29	129.8	57.73
11	167.00	6.07	136.1	53.43
12	84.82	6.26	136.1	59.37
Minimum	64.50	4.90	99.2	43.87
Maksimum	355.60	8.93	243.3	411.70
Ortalama	163.10	6.28	140.2	150.74

işletmelerden temin edilen ve farklı kimyasal bileşimlere sahip olan kompostların kullanılması olduğu düşünülmektedir.

Mantar yetiştiriciliği, yüksek yatırım maliyeti (ısıtma-soğutma, kompost, misel, örtü toprağı, sulama, zararlılarla mücadele, iş gücü vb.) gerektiren ve yüksek kazanç elde edilen bir tarımsal faaliyet koludur. Bu özelliğinden dolayı risklidir. Verim en çok, üretimde kullanılan kompostun kalitesine bağlıdır. Özellikle kompost bileşiminin zayıf olması üreticiler açısından ciddi ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle kompost üreten işletmelerin kompost içerikleri konusunda denetlenmelerinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Dünyada nüfusun giderek artması, hayvansal ürünlerden temin edilen protein açığının bir türlü kapatılamaması, insanları değişik arayışlar içine sokmuştur. Kültür mantarının % 9.0-12.6'lık kuru madde içeriğindeki en önemli öğe proteindir. İnsan beslenmesi açısından bu kadar kıymetli bir gıdanın mineral madde kapsamını

arttıracak çalışmalara önem verilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin mantar (% 45) ve kompost (% 53) üretiminin hemen hemen yarısını karşılayan Antalya ili Korkuteli ilçesinde (Demir ve Sönmez, 2011) mantar kalitesini ve verimini arttıracak her türlü faaliyetin bölge ekonomisine ve istihdamına fayda sağlayacağı düşünüldüğü için; mantarcılık konusunda; ziraat fakülteleri, araştırma enstitüleri, MYO mantarcılık programları, diğer araştırma kuruluşları ve özel sektör temsilcileri, AR-GE (araştırma ve geliştirme) çalışmalarına daha fazla ağırlık vermelidirler.

Kaynaklar

Aksu, Ş., Işık, E., Erkal, S. (1996) Türkiye kültür mantarcılığının gelişimi ve mantar işletmelerinin genel özellikleri. Türkiye V. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 5-7 Kasım 1996, pp. 1-13.

Akyüz, M., Kırbağ, S. (2010) Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms. *Turk. J. Biol.* 34: 97- 102.

Antalya-Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

- Altınığne, N., Berkan, T. (1985). Besin değeri ve toksitesi ile mantar. *Pharmacia Journal of Turk. Pharmaceut. Assoc.* 25, 55 (3); 407-411.
- Black, C. A. (1965) *Methods of Soil Analysis. Amer. Society of Agronomy Inc.* Part 2.
- Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M., Furlan, S. A. (2004) Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* Nutritional Characteristics When Cultivated in Different Lignocellulosic Wastes. *Food Chemistry* 88;425-428.
- Demir, H., Sönmez, İ. (2011) Antalya'nın Korkuteli İlçesi'nde Kültür Mantarı (*Agaricus Bisporus*) Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Sorunları Ve Bazı Çözüm Önerileri. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırarç Tarım Kongresi ve Fuarı, Eskişehir, Türkiye, 27-30 Nisan 2011, 3;2431-2439.
- Diez, V. A., Alvarez A. (2001) Compositional and Nutritional Studies on Two Wild Edible Mushrooms from Northwest Spain. *Food Chemistry* 75;417-422.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008) Mantarın besin değeri ve tüketim şekilleri, Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim, Kocaeli, 181.
- Eren, E., Öztekin, G. B., Tüzel, Y. (2016) Türkiye'de Orta ve Büyük Ölçekli Mantar İşletmelerinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda, Bilim ve Teknoloji Dergisi* 4(3);230-238.
- Erkal, S., Aksu, Ş. (2000) Türkiye'de kültür mantarı sektöründeki gelişmeler ve işletmelerin yapısal özellikleri. Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi, Bergama-İzmir, 20-22 Eylül 2000, ss. 55-68.
- Erkel, İ. (1992) Dünyada ve Türkiye'de kültür mantarcılığının durumu. Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 2- 4 Kasım 1992, ss. 1-8.
- Erkel, İ. (2000) Kültür Mantarı Yetiştiriciliği. Kocaoluk Yayınevi, İstanbul.
- FAOSTAT, (2015) The Statistic Devision of Food and Agriculture Organization of The United Nation. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> Erişim tarihi 15 Ekim 2015.
- Kacar, B., İnal, A. (2008) Bitki Analizleri. Nobel Yayın No 1241.
- Kadıoğlu, Y. (2015) Korkuteli'de gelişen yeni bir ekonomik faaliyet kolu: mantar yetiştiriciliği. *Marmara Coğrafya Dergisi* 31;228-242.
- Kutlu, H. R. (2008) Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ders Notu Kitabı, Adana.
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L. (2001) Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy. *Food Chemistry* 73;321-325.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzoferrato, L. (1999) Nutrients in Edible Mushrooms: An Inter-species Comparative Study. *Food Chemistry* 65;477-482.
- Mattila, P., Konko, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., Piironen, V. (2001) Contents of Vitamins, Mineral Elements and Some Phenolic Compounds in Cultivated Mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49; 2343-2348.
- Mau, J. L., Lin, Y. P., Chen, P. T., Wu, Y. H., Peng, J. T. (1998) Flavor Compounds in King Oyster Mushrooms *Pleurotus eryngii*. *J. Agric. Food Chem.* 46;4587-4591.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2012) Kültür Mantarı Yetiştiriciliği. Tarım Teknolojileri, Ankara.
- Özçatalbaş, O., Eker, N., Özenalp, S. (2004) Korkuteli'nde Mantar Üretim Sektörü, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi, 22-24 Eylül, Korkuteli-Antalya, 14-20.



Kültür Bitkileri Yetiştiriciliğinde Biyofortifikasyon

Şule ORMAN^{1*}

Hüseyin OK¹

Özet

Çağımızda insanlığın en önemli sorunları arasında yer alan yetersiz beslenme; başta gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler olmak üzere dünya nüfusunun büyük bölümünü tehdit etmektedir. Gizli açlık olarak da bilinen bu durumun dünya genelinde 3 milyar insanı etkilediği düşünülmektedir. Yetersiz beslenen insanlar, tükettikleri besinlerden kendileri için gerekli olan vitamin ve mineralleri alamadıkları zaman çeşitli sağlık sorunlarıyla karşılaşabilirler. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Tarımsal Araştırmalar Danışma Grubu (CGIAR) gibi kuruluşlar konunun önemini fark ederek tarımsal ürünlerin tüketilen kısımlarının aminoasit, protein, vitamin A ve kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, selenyum, iyot gibi elementler ile zenginleştirilmesini öncelikli konu olarak kabul etmektedir. Yetersiz beslenmeyi önlemek için destekleyici gıda takviyesi kullanımı çözüm yollarından biri olarak düşünülmüştür. Ancak problemin gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki kırsal nüfusta yaygın olmasından dolayı dışarıdan farmakolojik takviyeler sağlamanın hedef nüfusa ulaşım güçlüğü ve ekonomik maliyet nedeniyle sürdürülebilirliğinin zor olduğu görülmüştür. Bu nedenle yeni çözüm yolları aranmış ve beslenme sorunlarının çözümünde izlenecek yöntemlerden birinin de biofortifikasyon olduğu belirtilmiştir. Biyofortifikasyon, toplum genelinde yaygın eksikliği görülen vitamin ve minerallerin toplum tarafından en çok tüketilen ürünlerdeki konsantrasyonlarının artırılarak, insanlardaki noksanlığının giderilmesi prensibine dayanır. Bu yolla beslenme bozukluğunun önlenmesi başta Çin (iyot), Finlandiya (selenyum), Tayland (çinko), Türkiye (çinko) olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde uygulanmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Biyofortifikasyon çok sayıda disiplinin birlikte çalıştığı kompleks bir süreç olmakla birlikte çalışmanın başarısında agronomik uygulamalar belirleyici olmaktadır. Kültür bitkilerinin gübrelenmesine yeni bir bakış açısı kazandıran biyofortifikasyon tekniği, bilinen zirai üretim metodolojisinden farklılıklar içermektedir. Zamanla biyofortifikasyon ile konvansiyonel üretim tekniklerinin sentezinden oluşan yeni model agronomik uygulamaların yaygınlaşacağı bilim insanları tarafından öngörülmektedir. Yapılan bu derleme çalışmasında tarımsal üretimde biofortifikasyon ile ilgili literatürler incelenerek konu hakkında bilgiler verilmiştir. Amacımız sağlıklı yarımlar için tarımsal üretimde kaliteyi artırma çabalarına farkındalık sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Biyofortifikasyon, gübreleme, ürün kalitesi, bitki besleme, insan beslenmesi, yetersiz beslenme

Biofortification in Cultivation of Crop Plants

Abstract

Malnutrition which is one of the most important problems of the humanity at a recent time, threatens a large part of the world population, notably underdeveloped and developing countries. It is considered that this condition known as secret starvation affects 3 billion humans around the world. When undernourished people cannot take necessary vitamins and minerals from foods, they may confront with various health problems. Noticing the importance of the subject, such foundations as World Health Organization (WHO) and Consortium of International Agricultural Research Centers (CGIAR) accept the enrichment of the edible parts of the agronomic crops with such elements as amino acid, protein, vitamin A, calcium, magnesium, iron, zinc, copper, selenium and iodine as a primary subject. In order to prevent malnutrition, use of the supportive food supplement has been considered as one of the solutions. However, it's been seen that the sustainability of providing pharmacological supplements from outside is difficult due to the difficulty in transportation to the target population and economic cost since the problem is common in rural population of the underdeveloped and developing countries. Therefore, new solutions have been searched and it has been notified that biofortification is one of the methods to be

¹ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07059, Antalya

*Sorumlu yazar: Tel.: +90 242 310 6526; e-mail adres: suleorman@akdeniz.edu.tr

followed in solving nutrition problems. Biofortification is based on the principle of dissolving the lack in humans by increasing concentrations in the most consumed agronomic crops of vitamins and minerals whose deficiency is commonly seen in public. Overcoming the malnutrition by this way has been applied in many regions of the world, especially China (iodine), Finland (selenium), Thailand (zinc) and Turkey (zinc) and succeeded results have been obtained. Along with biofortification's being a complex process in which several disciplines work together, agronomic applications are indicative in the success of the study. Agronomic biofortification technic which has brought a new point of view to the fertilization of the crops contains differences from known agricultural production methodology. Becoming widespread of the new model agronomic applications composed of a synthesis of biofortification and conventional production technics in time is predicted by the scientists. In this collected work, literatures about biofortification in agricultural production have been investigated and information on the subject has been given. Our aim is to provide awareness to the efforts for enhancing the quality in agricultural production for healthy tomorrows.

Key words: Biofortification, fertilization, crop quality, plant nutrition, human nutrition, malnutrition

Giriş

Bitkiler gelişimlerini tamamlamak için ihtiyaç duydukları mutlak gerekli besin maddelerini havadan, sudan ve topraktan alarak güneş ışığı yardımıyla yeni bileşikler sentezler. Tükettiğimiz bitkisel ve hayvansal ürünlerden, ihtiyaç duyduğumuz bileşik ve mineralleri yeterli ve doğru oranda almamız dengeli beslenme olarak adlandırılır. Ancak dengeli beslenen toplumlar sağlıklı beden ve zeka gelişimini tamamlayabilir. Dünyada enerji ve protein gereksinimi bakımından 800 milyon insanın yetersiz beslendiği, 2 milyara yakın insanın mikro element (Fe, B, Zn, Se) ve vitamin noksanlığı çektiği bilinmektedir (Welch 2002). Besin içeriği fakir tek tip gıda ile beslenen bu insanların sağlıklı ürünlere ulaşabilmesi için biyofortifikasyon pratik ve etkili bir çözüm olarak görülmektedir (Çakmak ve ark. 2010).

Biyofortifikasyon

Biyofortifikasyon toplumların beslenmelerinde ağırlıklı olarak yer verdiği tarım ürünlerinin tarımsal yöntemlerle besin içeriklerinin zenginleştirilmesi çalışmalarını tanımlar (Qaim ve ark. 2007). Biyofortifikasyon çalışmaları genetik biyofortifikasyon ve agronomik biyofortifikasyon olarak 2 başlık altında özetlenebilir. Genetik biyofortifikasyon; bitkinin sahip olduğu gen çeşitliliğinden faydalanılarak zenginleştirilmek istenen mineral ya da bileşikler, diğer çeşitlere göre daha fazla biriktiren modern çeşitlerin ıslahıdır. Bu amaçla bir dizi melezleme ve gen takibinden sonra

seçilen hatların farklı iklim ve arazi şartlarında uyum ve performansları incelenerek başarılı çeşitler tohumluk olarak kullanılır. Güncel olarak Harvest Plus biyozenginleştirme programında Fe ve Zn için yabani buğday bitkilerinin sahip olduğu genetik çeşitlilikten faydalanılarak istenen özellikte modern çeşitler geliştirilmiştir (White and Broadley 2005) Çizelge 1'de Harvestplus programı ile gerçekleştirilen başarılı biyofortifikasyon çalışmaları görülmektedir. Agronomik biyofortifikasyon; yetiştiriciliği yapılan modern çeşitlerin tüketilen dokularında istenilen zenginleşmenin sağlanabilmesi için gerekli besin elementlerinin gübreleme yolu ile bitkiye

Çizelge 1. 'Harvestplus' programı ile biyofortifike edilmiş bitkiler

Bitki	Besin maddesi	Ülke	Tarih
Fasülye	Demir (Çinko)	Kongo, Ruanda	2010
Kasava	Provitamin A	Kongo, Nijerya	2011-12
Mısır	Provitamin A	Zambia	2011-12
Çeltik	Çinko (Demir)	Hindistan, Bangladeş	2012-13
Buğday	Çinko (Demir)	Pakistan, Hindistan	2012-13
Tatlı patates	Provitamin A	Uganda, Mozambik	2007
Hintdarısı	Demir (Çinko)	Hindistan	2011

sağlanmasıdır. Bu noktada asıl hedef bitkisel verim artışı değil bitki dokularında besin elementi artışıdır. Bu amaçla yapılan gübreleme gelişmiş gübreleme olarak nitelendirilmekte ve mikro element beslemesi önem kazanmaktadır. Gelişmiş gübreleme optimum seviyenin üstünde toksik sınırın altında yani lüks tüketim dahilindedir. Yapılan çalışmalar olumsuz toprak koşulları altında genetik olarak biyofortifike edilmiş çeşitlerin dahi doğru gübreleme yapılmadığı takdirde sınırlı performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Herhangi bir bitki besin elementi toprakta yeterli düzeyde bulunsa bile yine de bitkide o elementin noksanlığı görülebilir (Miller ve ark. 1984). Toprak pH'nın 6'dan 7'ye yükselmesi Zn'nun topraktaki çözünürlüğünü yaklaşık 30 kat azalttığı bilinmektedir (Marschner 1993). Benzer şekilde toprağın düşük nem ve organik madde içermesi, CaCO_3 içeriğinin yüksek olması mikro elementlerin toprakta çözünürlüğünü azaltan, bitki tarafından alınabilirliğini düşüren önemli bir faktördür. Ayrıca bu durumun dane mikro element konsantrasyonunu da baskıladığı bildirilmiştir (Çakmak 2008). Devam eden bitki besin maddesi alımı ve daneye taşınımı nedeniyle bitki gelişimi boyunca yeterli miktarda yarıyışlı Zn ve Fe sağlanması danedeki bitki besin elementi konsantrasyonu üzerine kritik rol oynar (Waters and Grusak 2008) ve çevresel etkilerden kaynaklanan dane mikro element içeriğindeki farklılaşmayı azaltır (Çakmak 2010). Makarnalık buğdayda dane Zn konsantrasyonunu arttırmak amacıyla yapılan denemelerde topraktan Zn uygulaması kontrole göre dane Zn konsantrasyonunda 2 kat artış sağlarken, topraktan uygulamaların yapraktan Zn uygulanması ile desteklendiği konularda bu artış kontrole göre 3 kat daha fazla bulunmuştur (Yılmaz ve ark. 1997; Ekiz ve ark. 1998). Toprağa Zn uygulamasının buğday danesindeki Zn konsantrasyonu üzerine benzer etkileri bir çok coğrafyada (Türkiye (Orman ve Ok 2012) Avusturya (Graham ve ark. 1992) ve Hindistanda (Shiway ve ark. 2008)) yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir. Fe'in Zn'ya göre tahılların floeminde daha az mobil olmasından dolayı (Marschner 1995; Grusak ve ark. 1999) topraktan ya da yapraktan Fe

uygulanması ile buğday danesindeki Fe konsantrasyonunda sağlanan artış Zn'ya göre sınırlı kalmaktadır (Açıksöz ve ark. 2011). Tahılların Fe stresiyle baş etmek için geliştirdikleri bir adaptasyon olan kök bölgesine fitosiderofor salgılama başta Fe olmak üzere mikro element alınımını teşvik eder (Römheld ve Marschner 1986). Bitkinin kükürt beslenmesinin bozulduğu durumlarda bitkinin fitosiderofor salgılama yeteneği de gerileyerek Fe beslenmesinin de olumsuz etkilendiği gözlenmiştir. Bitkilerin mineral beslenmesi tüm elementlerin birbirini etkilediği kompleks bir süreç olması nedeniyle bitkinin diğer bitki besin elementleri ile beslenme durumu da en az biyofortifike edilmek istenen element beslenmesi kadar önem arz etmektedir. N beslenmesinin buğday danesinin biyofortifikasyonuna etkisinin incelendiği bir çalışmada artan N uygulaması ile tohumun Zn ve Fe konsantrasyonlarında %100'e varan oranlarda artış gözlemlendiği ancak yetersiz Zn uygulaması koşullarında N'un bu etkisinin kaybolduğu bildirilmiştir (Kutman ve ark. 2010)

Çizelge 2'de ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerine farklı Zn uygulama metodlarının danenin P ve fitik asit konsantrasyonlarına etkisi gösterilmiştir. Zn noksan topraklara yapılan Zn uygulaması özellikle bu uygulamanın topraktan yapılması, danede Zn konsantrasyonunu önemli şekilde arttırırken dane P konsantrasyonunu düşürmüştür. Zn uygulaması ile ayrıca dane P konsantrasyonunun azalması ile ilişkili olarak danede fitat konsantrasyonu ve fitat/Zn molar oranında da düşüş gözlenmiştir (Erdal 1998). Bu duruma Zn'nun sağladığı verim artışıyla ortaya çıkan seyrelme etkisinin neden olması muhtemeldir (Çakmak ve ark. 1997). Tahıl danelerinde P'un depolandığı başlıca bileşik olan fitat Zn ve Fe'i bağlayıp çözünürlüğünü azaltmakta ve insanlar için daha az yarıyışlı hale getirmektedir (Wise 1995; Lott ve ark. 2000). Tahıl kökenli gıdalar çok düşük miktarlarda Zn içermesinin yanı sıra bu tahılları tüketen canlılar içinde Zn'nun yarıyışlılığını azaltan başta fitin olmak üzere diğer benzer özellikteki bileşiklerce zengin olduğu bilinmektedir (Çakmak ve ark. 1999b). Beslenmelerinde yüksek fitatlı besinlere yer

Çizelge 2. Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerine farklı Zn uygulama metodlarının danenin P ve fitik asit konsantrasyonlarına etkisi

Zn Uygulama Metodu	Çeşit	Dane Zn (mg/kg)	Dane P (mg/kg)	Fitik Asit	Fitat/Zn Molar oranı
Kontrol	Kunduru	11	4.2	11.8	112
	Dağdaş	8	4.3	12.0	140
Toprak	Kunduru	17	3.3	8.7	53
	Dağdaş	16	3.3	9.5	62
Yaprak	Kunduru	19	4.0	10.3	56
	Dağdaş	28	3.5	9.8	35
Toprak+ Yaprak	Kunduru	33	3.9	9.7	30
	Dağdaş	36	3.8	10.0	29

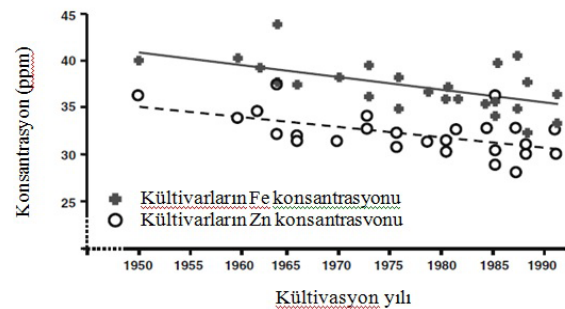
^a Veriler Orta Anadolu'da yüksek Zn noksanlığı olan topraklarda yetiştirilen ekmeklik (kv. Dağdaş) ve makarnalık (kv. Kunduru) buğdayların danedeki Zn, P, fitat konsantrasyonlarını ve fitat/Zn molar oranını göstermektedir (Erdal 1998).

veren toplumlarda mikro element yetersizliğinin daha fazla görülmesi başta Zn ve Fe'in çözünemez fitat bileşikler oluşturarak yarayışsız forma geçmesinden kaynaklanmaktadır (Gibson 2006, Rimbach ve ark. 2008). Bu sebeple besinlerdeki Zn biyoyarayışlılığının belirlenmesinde fitat/Zn oranı sık kullanılan parametrelerdendir (Oberlas and Harland 2005; Hambidge ve ark. 2008). Zn gübrelemesinin dane P içeriğini azaltarak dane fitat içeriğini de azaltması insanların bu besinlerdeki mikro elementlerden daha fazla yararlanmasını sağlamaktadır. İç anadoluda yapılan tarla denemelerinde topraktan ve yapraktan birlikte uygulanan Zn'nun hem ekmeklik hem de makarnalık buğday danesinde fitat/Zn'nun molar oranını önemli şekilde düşürdüğü tespit edilmiştir (Çakmak ve ark. 1999a) bu veri toplumların mikro element kaynağı olarak tahıllardan yararlanabileceğine bir kanıttır (Çakmak 2010).

Türkiye'de Biyofortifikasyon

Dünya'da en çok tahıl tüketen ülkelerden biri olan Türkiye'de günlük kalorisinin %70-80'i tahıllardan sağlanmaktadır (Yücecan 1991). Türkiye'de yoğun olarak tahıl tarımı yapılan alanlarda başta Zn ve Fe olmak üzere alınabilir mikro element düzeyinin düşük olduğu bilinmektedir (Eyüpoğlu ve ark. 1994).

Ülkemizde yaşayan bireyler arasında mikro element eksikliğinin yaygın karşılaşılan bir problem olması da (Çavdar ve ark. 1991) bu durumun bir yansımasıdır. Türk toplumu için kritik öneme sahip olan buğday biyofortifikasyon çalışmalarında en çok çalışılan bitkidir. Yeşil devrimden sonra artan tarımsal verimle doğru orantılı olarak topraklardan kaldırılan bitki besin elementi miktarı da artmıştır. Bu durum toprakların mikro element içeriğinin azalmasına dolayısı ile



Şekil 1. Buğday kültürlerinin Fe ve Zn konsantrasyonları (Kültivarların (*Triticum* spp.) Fe ve Zn konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi (Monasterio and Graham 2000))

bu topraklarda yetiştirilen bitkilerin her yıl mikro element konsantrasyonlarının düşmesine neden olmuştur. Benzer bir durum Şekil 1’de gösterilmektedir.

Ancak toprağın ve bitkinin ihtiyaçlarını göz önünde bulundurmayan, mikro elementleri ihmal eden gübreleme alışkanlığı ile topraklarımızda her geçen gün mikro element noksanlığı daha şiddetli görülmüş, verim ve kaliteyi sınırlandırmıştır. Ülkemizde Zn’lu gübre kullanımı ile başlayan verim ve kalite artışı (Çakmak ve ark. 1996) diğer ihmal edilen elementler içinde farkındalık yaratılmasına vesile olmuştur. Türkiye’de en yaygın üretilen tahıl türü olan buğday genelde ekmek olarak tüketilmektedir (Yücecan 1991). Buğday denesindeki Zn’nun büyük bir kısmı embriyoda ve aleron tabakasındadır. Buna karşılık endospermde kalan kısmın neredeyse onda biri kadar Zn bulunmaktadır. Daneden un elde etme işlemi için yapılan öğütme işleminde embriyo ve aleron gibi Zn ve proteince zengin dokular atılmakta ve elde edilen unun daneye göre Zn ve protein içeriği düşmektedir. Dolayısıyla un ve undan elde edilen ekmek insanlar için Zn ve proteince fakirleşmektedir. Bu besinlerle ağırlıklı beslenen kişilerde yetersiz Zn beslenmesi yaygın karşılaşılan bir sorundur (Öztürk ve ark. 2006). Benzer verilere, yapılan birçok çalışmada ulaşılmıştır (Çakmak 2002; Çakmak 2008). Bu durum tüketilen gıdaların besin içeriğinin zenginleştirilmesinin tek başına yeterli olmadığını, gıdaların sofraya gelene kadar geçirdiği proseslerde de besin içeriğini azaltıcı işlemlerden korunması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç

Gıda kalitesini arttırarak dünyanın her noktasında sağlıklı bireylerin yetişmesini hedefleyen biyofortifikasyon bugüne kadar kat ettiği ilerleme ile umut vaat etmektedir. Biyofortifikasyon çok sayıda disiplinin birlikte çalıştığı kompleks bir süreç olmakla birlikte çalışmanın başarısında agronomik uygulamalar belirleyici olmaktadır. Kültür bitkilerinin gübrenlenmesine yeni bir bakış açısı kazandıran biyofortifikasyon tekniği, bilinen zirai üretim metodolojisinden farklılıklar içermektedir. Zamanla biyofortifikasyon ile konvansiyonel

üretim tekniklerinin sentezinden oluşan yeni model agronomik uygulamaların yaygınlaşacağı bilim insanları tarafından öngörülmektedir. İnsanların beslenme yetersizliğini gidermeyi hedefleyen biyofortifikasyonun, şimdilik en çok tüketilen tarımsal ürünler için çalışılsa da yakın zamanda zirai üretimin daha büyük kısmında etkili olacağı ve yeni beslenme sorunlarının çözümünde de uygulanacağı düşünülmektedir. Ayrıca, biyofortifikasyonun başarısı için genetik ve agronomik yöntemlerin işbirliği ile birlikte çalışılmasının önemli olduğu kanaati taşınmaktadır.

Kaynaklar

- Açıksöz S. B., Yazıcı A., Öztürk L., Çakmak I. (2011). Biofortification of wheat with iron through soil and foliar application of nitrogen and iron fertilizers. *Plant Soil* 349, 215–225 10.1007/s11104-011-0863-2.
- Çakmak and R. M. Welch, eds. UNESCO-EOLSS Publishers: Oxford.
- Çakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil* 302:1-17.
- Çakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. *Plant Soil* 302:1-17.
- Çakmak, I., Ekiz, H., Yılmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, I., Alkan, A., and Eker, S. 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant Soil* 188:1-10.
- Çakmak, I., Ekiz, H., Yılmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, I., Alkan, A., and Eker, S. 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant Soil* 188:1-10.
- Çakmak, I., Graham, R., and Welch, R. M. 2002. Agricultural and molecular genetic approaches to improving nutrition and preventing micronutrient malnutrition globally. Pages 1075-1099 in: *Encyclopedia of Life Support Systems*. I. Çakmak and R. M. Welch, eds. UNESCO-EOLSS Publishers: Oxford.
- Çakmak, I., Graham, R., and Welch, R. M. 2002. Agricultural and molecular genetic

- approaches to improving nutrition and preventing micronutrient malnutrition globally. Pages 1075-1099 in: Encyclopedia of Life Support Systems. I
- Cakmak, I., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H. J., and Yılmaz, A. 1999a. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crops Res.* 60:175-188.
- Cakmak, I., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H.J. ve Yılmaz, A., 1999a. Zinc Defficiency as an Actual Problem in Plant and Human Nutrition in Turkey: A-NATO- Science for Stability Project. *Fieled Crops Research.*, 60: 175-188.
- Cakmak, I., Pfeiffer, WH. and McClafferty, B. 2010: Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chem.* 87: 10-20.
- Cakmak, I., Tolay, I., Ozdemir, A., Ozkan, H., and Kling, C. I. 1999b. Differences in zinc efficiency among and within diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *Ann. Bot.* 84:163-171.
- Cakmak, I., Tolay, I., Ozdemir, A., Ozkan, H., and Kling, C. I. 1999b. Differences in zinc efficiency among and within diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *Ann. Bot.* 84:163-171.
- Cavdar, A.O., Arcasoy, A., Cin, S., Babacan, S. ve Gözdaşoğlu, S., 1991. Geophagia in Turkey: Iron and zinc deficiency and zinc absorption studies and response to treatments with zinc in geophagia cases, 71-79. In: *Zinc Deficiency in Human Subjects*. Alan R, Liss, New York, NY.
- Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H., Braun, H., 1996. Türkiye’de Toprak ve Bitkilerde Çinko Eksikliği ve Bitkilerin Çinko Eksikliğine Dayanıklılık Mekanizmaları *Tr.J.of Agriculture and Forestry* 20: 13-23 Özel sayı TÜBİTAK.
- Ekiz, H., Bağcı, S. A., Kiral, A. S., Eker, S., Gultekin, I., Alkan, A., and Cakmak, I. 1998. Effects of zinc fertilization and irrigation on grain yield and zinc concentration of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 21:2245-2256.
- Erdal, I. 1998. Effects of various zinc application methods on grain zinc and phytic acid concentration of different cereal species and wheat cul-tivars grown in Central Anatolia. PhD thesis. (In Turkish) Ankara Uni-versity, Graduate School of Natural and Applied Sciences: Ankara.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Sanisa, U., 1994. Status of plant available micronutrients in Turkish soils (in Turkish). Annual Report, Report No: R- 118. Soil and Fertilizer Research Institute, Ankara, 1994. s: 25-32.
- Gibson, R. S. 2006. Zinc: The missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc. Nutr. Soc.* 65:51-60.
- Graham, R. D., Ascher, J. S., and Hynes, S. C. 1992. Selection of zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant Soil* 146:241-250.
- Grusak, M. A., Pearson, J. N., and Marentes, E. 1999. The physiology of micronutrient homeostasis in field crops. *Field Crops Res.* 60:41-56
- Hambidge, K. M., Miller, L. V., Westcott, J. E., and Krebs, N. F. 2008. Dietary reference intakes for zinc may require adjustment for phytate intake based upon model predictions. *J. Nutr.* 138:2363-2366.
- Kutman, UB., (2010). Roles of nitrogen and zinc nutrient in biofortification of wheat grain. Sabanci University. PhD Thesis.
- Lott, J. N. A., Ockenden, I., Raboy, V., and Batten, G. D. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: A global estimate. *Seed Sci. Res.* 10:11-33.
- Marschner, H. 1993. Zinc uptake from soils. Pages 59-77 in: *Zinc in Soils and Plants*. A. D. Robson, ed. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht: The Netherlands.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Aca-demic Press: London.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press: London.
- Miller, G.W., Pushnik, J.C. ve Welkie, G.W., 1984. Iron Chlorosis, a World Wide Problem, the Relation of Chlorophyll

- Biosynthesis to Iron. *Journal of Plant Nutrition*. 7(15): 1-22.
- Monasterio I, Graham RD (2000) Breeding for trace minerals in wheat. *Food Nutr Bull* 21:392-396 Also available via <http://foodandnutritionbulletin.org/FNB/index.php/FNB/article/view/304>
- Oberleas, D., and Harland, B. F. 2005. Diagnosis of zinc deficiency in population studies. *Trace Elem. Elec.* 22:282-287.
- Orman Ş., Ok H., "Effects of sulphur and zinc applications on growth and nutrition of bread wheat in calcareous clay loam soil", *African Journal of Biotechnology*, vol.11, pp.3080-3086, 2012.
- Ozturk, L., Yazici, M. A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H. J., Sayers, Z., and Cakmak, I. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germ-ination in wheat. *Physiol. Plant* 128:144-152.
- Qaim M, Stein AJ, Meenakshi JV (2007) Economics of biofortification. *Agric Econ* 37[Suppl 1]: 119-133.
- Rimbach, G., Pallauf, J., Moehring, J., Kraemer, K., and Minihane, A. M. 2008. Effect of dietary phytate and microbial phytate and microbial phy-tase on mineral and trace element bioavailability—A literature review. *Curr. Top. Nutraceut. Res.* 6:131-144.
- Römheld, V. and Marschner, H., 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiol.* 80: 175-180.
- Shiway, Y. S., Kumar, D., and Prasad, R. 2008. Effect of zinc-enriched urea on productivity, zinc uptake and efficiency of an aromatic rice-wheat cropping system. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 81:229-243.
- Waters, B. M., and Grusak, M. A. 2008. Whole-plant mineral partitioning throughout the life cycle in *Arabidopsis thaliana* ecotypes Columbia, Landsberg erecta, Cape Verde Islands, and the mutant line ysl1ysl3. *New Phytol.* 177:389-405.
- Waters, B. M., and Grusak, M. A. 2008. Whole-plant mineral partitioning throughout the life cycle in *Arabidopsis thaliana* ecotypes Columbia, Landsberg erecta, Cape Verde Islands, and the mutant line ysl1ysl3. *New Phytol.* 177:389-405.
- Welch, R. M., 2002. The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant and Soil* 247: 83-90. USDA, ARS, U.S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory, Cornell University, Tower Road, Ithaca, NY 14853, USA.
- White, P. J., and Broadley, M. R. 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends Plant Sci.* 10:586-583.
- White, P. J., and Broadley, M. R. 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends Plant Sci.* 10:586-583.
- Wise, A. 1995. Phytate and zinc bioavailability. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 46:53-63.
- Wise, A. 1995. Phytate and zinc bioavailability. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 46:53-63.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlik, S., Bagci, S. A., and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat grown on zinc-deficient calcareous soils in Central Anatolia. *J. Plant Nutr.* 20:461-471.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlik, S., Bagci, S. A., and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat grown on zinc-deficient calcareous soils in Central Anatolia. *J. Plant Nutr.* 20:461-471.
- Yücecan, S. 1991. Besinlerin Zenginleştirilmesi. *Gıda* 16 (4) 269-275.



Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi

Mehmet Ali GÜRBÜZ¹

Tuğçe Ayşe KARDEŞ¹

Ulviye ÇEBİ¹

Özet

Fosfor ekstraksiyonu ve analizi besin elementleri içerisinde en önemlisi sayılabilir. Bu yüzden asit topraklarda ayrı, alkalın topraklarda ayrı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak analizi rutin hale gelmiştir. Çoklu ekstraksiyon yöntemleri üzerine araştırma çalışmalarının yoğunlaştığı ve kullanıma geçildiği günümüzde de bu konu önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Trakya yöresinde hem asit (3 adet) ve hem de alkalın (10 adet) reaksiyonlu toprakların bulunduğu 13 noktada yürütülen denemelerden alınan toprak ve bitki örnekleri analiz edilerek değerlendirilmiştir. Rutin fosfor analizinde asit topraklarda Bray ve Kurtz, alkalın reaksiyonlu topraklarda ise Olsen yöntemleri, çoklu ekstraksiyon yöntemlerinde ise bütün topraklarda, Mehlich-3, Amonyum bikarbonat – DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Yanai yöntemleri kullanılmıştır. Rutin analiz yöntemlerinde elde edilen fosfor analizi sonuçları ile çoklu ekstraksiyon yöntemleri arasında korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Aynı şekilde bitkideki fosfor miktarı ile rutin ve çoklu ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişki de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: toprak fosfor analizi, çoklu ekstraksiyon, buğday.

Assessment of the Availability of the Multinutrient Extraction Methods for Wheat Plant for the Determining Phosphorus by Soil and Plant Analysis

Abstract

Phosphorus analysis and extraction of phosphorus can be considered the most important in the plant nutrients. Therefore different phosphorus extraction methods has become routine for acidic and alkaline soils. Due to the studies focus on multinutrient extraction methods and transition to the use of these methods, this issue have importance at the present time. This study is conducted at 13 locations in Thrace where the soil is both acidic (3) and alkaline(10). Soil and plant samples taken from the trials are analyzed and assessed. Bray and Kurtz method was used in acidic soils and Olsen method was used in alkaline soils for the routine phosphorus analysis. Mehlich-3, ammonium bicarbonate - DTPA (ABDTPA), acid ammonium acetate-EDTA (AAAc-EDTA) and Yanai methods was used as multinutrient extraction methods for all of the soil samples. Analysis results was obtained and correlation coefficient was calculated between routine methods and multinutrient extraction methods. Likewise, the relationship between routine and multinutrient extraction methods was determined by the amount of phosphorus in plant.

Keywords: soil phosphorus analysis, multinutrient extaction, wheat.

Giriş

Kimyasal analiz tekniklerindeki gelişmeler; çok sayıda elementin aynı çözeltide ve aynı cihazda belirlenmesine olanak sağlamıştır. Bu durum, toprak bilimcileri de, rutin analizlerle ilgili çok sayıda ekstraksiyon ve analiz yerine, bir çözelti ile ekstraksiyon ve bütün besin elementlerinin bu çözeltide belirlenmesi yönünde araştırmalar

yapmaya sevk etmiştir. Bu alanda, çok sayıda, çok besinli ekstraksiyon yöntemi hazırlanmış ve öncelikle mevcut rutin analiz yöntemleri ile korelasyonları araştırılmıştır. Bunlar; Modifiye Morgan, Mehlich-2, Mehlich-3, AB-DTPA, AAAc-EDTA , Su ile ekstraksiyon gibi.

Çoklu element ekstraksiyonu ile toprak analizi yapmanın iki temel avantajı vardır. Birincisi,

¹ Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Kırklareli

Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi

bir defa ekstraksiyon yaparak çok sayıda bitki besin elementini aynı çözeltide belirleme imkanı sağladığından, işgücü ve zaman bakımından çok pratiktir. İkincisi ise, rutin analizlerde birkaç besin elementi tayin edilirken, bu tür ekstraksiyonda makro ve mikro besin elementlerinin topraktan alınanlarının birkaçı (azot, molibden ve klor) dışında tamamını belirleme imkanı sunmasıdır. Çoklu ekstraksiyondan beklenen pratik sonuçların alınabilmesi için, laboratuvarında, çözeltiye alınan besin elementlerini hassas bir şekilde ve geniş bir aralıkta belirlemeye imkan veren bir ICP-OES cihazının bulunması gerekmektedir.

Toprak analiz yöntemlerinin ve toprak ekstraktlarının dün, bugün ve geleceğini konu alan makalesinde (Jones ve Benton, 1998), Amerika Birleşik Devletlerinde 1940'lerde başlayan ve günümüze kadar kullanılan toprak ekstrakt yöntemlerini değerlendirmiştir. Özellikle çok sayıda elementin analizlerinin ICP-OES cihazlarının kullanılmasıyla aynı anda yapılabilmesi, Mehlich-3 ve Amonyum Bikarbonat-DTPA gibi çok sayıda elementin ekstraksiyonunun yapılabildiği ekstrakt yöntemlerinin benimsenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Japonya'da tarım arazilerinde makro ve mikro besin elementlerinin aynı anda ekstraksiyonu için yeni çoklu element ekstraksiyon metodu geliştirilmiştir. Alınabilir fosfor (P) analizinde konvansiyonel metod olarak Troug metodu kullanılmıştır. Troug metodu ile bu yeni metod arasında korelasyon katsayıları değerlendirilirken fosfor analizleri Alınabilir fosfor miktarı 400 mg P_2O_5 kg⁻¹ (Troug metodu)'a kadar olan yerlerde korelasyon katsayısı 0,783***'e kadar düşmüşken, çeltik alanlarından alınan toprak örneklerinde 0,836***'ya ve taban arazilerde 0,878***'e kadar yükselmiştir. (Yanai ve ark., 1999).

Gülbüz ve Günay, 2013 "makro ve mikro besin elementlerinin birlikte ekstraksiyonunda kullanılabilecek yöntemlerin Trakya Yöresi örneğinde araştırılması" isimli çalışmalarında, Trakya tarım alanlarından 0-20 cm derinlikten alınan 107 asit ve 123 adet nötr ve alkali reaksiyonlu toprak örneğinde 5 adet çoklu ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilen makro (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, B)

besin elementlerinin miktarları ile bu besin elementlerinin rutin analiz yöntemleri ile belirlenen yarıyışlı miktarları arasındaki korelasyonları belirlemişlerdir. Bu çalışmada bütün topraklar için (asit, alkalin birlikte) fosfor korelasyon katsayısı Mehlich-3; 0,651**, AAAC-EDTA; 0,243**, AB-DTPA; 0,748**, Modifiye Morgan; 0,117, Su ile ekstraksiyon 0,437** olarak hesaplanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Rutin Toprak Analiz Yöntemleri

Toprak Reaksiyonu (pH): Suyula doymuş toprakta pH metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Satürasyon Yüzdesi: Toprak örneği su ile satüre oluncaya kadar çamur yapılarak ve harcanan su miktarının ölçülmesi ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Yarıyışlı Fosfor: Asit topraklarda fosfor analizi, Bray ve Kurtz (1945) yöntemine göre, alkalin reaksiyonlu topraklarda ise, Olsen ve ark. (1954) metoduna göre ekstrakte edilerek ve spektrofotometrede belirlenmiştir.

Çoklu Ekstraksiyon Yöntemleri

Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi: 1984 yılında Mehlich tarafından geliştirilmiş, özellikle fosfor ekstraksiyonu ve kalibrasyonu konusunda çok sayıda araştırma yapılmış ve çok sayıda makro ve mikro elementin ekstraksiyonunda gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir ekstraksiyon yöntemidir (Mehlich, 1984). Bu metodun orijinalinde, sulandırma oranı 1:10 (örnek miktarı, 2,5 ml toprak hacmi olarak alınmakta ve 25 ml çözelti eklenmekte idi). Metodun bu kısmı Baker ve ark. tarafından 1:7 sulandırma oranı (2 gr toprak ve 14 ml ekstrakt çözeltisi), şeklinde kalibrasyonu yapılarak kullanımının özellikle bor analizleri bakımından daha uygun sonuçlar verdiği belirtilmiş ve kullanımı benimsenmiştir.

Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA): Soltanpour ve Schwab (1977) tarafından geliştirilmiştir. Nötr ve kireçli topraklardaki NO_3-N , P, K, Zn, Fe, Mn ve Cu'nun aynı anda belirlenmesinin yanı sıra atık çamur uygulanmış alanlardaki potansiyel

Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi

toksik elementlerin (Pb, Cd, Ni, Se, As, B, Mo ve S) analizinde de kullanılabilir. (Lakanen ve Ervio, 1971).

Asit amonyum asetat- EDTA ekstraksiyon yöntemi (AAAc-EDTA): Özellikle topraklardaki ağır metallerin ve kirlilik unsuru elementlerin ekstraksiyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Lakanen ve Ervio, 1971).

Yanai ekstraksiyon yöntemi: Bu yöntemde ekstraksiyon çözeltisinin bileşimi 0.2 mol/L CH₃COOH, 0.25 mol/L NH₄ Cl, 0.005 mol/L C₆H₈O₇ (sitrik asit) ve 0.05 mol/L HCl (pH 1.3)' den meydana gelmektedir. Hava kuru toprak örneği ekstraksiyon çözeltisi ile 30 dakika çalkalanır(1:10).(Yanai ve ark., 1999) Alınabilir fosfor (P) analizinde konvansiyonel metod olarak Troug metodu kullanılmıştır. Troug metodu ile bu yeni metod arasında korelasyon katsayıları değerlendirilirken fosfor analizleri Alınabilir fosfor miktarı 400 mg P₂O₅ kg-1 (Troug metodu)'a kadar olan yerlerde korelasyon katsayısı 0.783***'e kadar düşmüşken, çeltik alanlarından alınan toprak örneklerinde 0.836***'ya ve taban arazilerde 0.878***'e kadar yükselmiştir.

Bitki Analiz Yöntemleri

Buğday deneme parsellerinden Kacar ve İnal (2008)'ın Boldyrev (1959)'dan bildirdiği şekilde, buğday için çiçeklenme döneminde, başaklar tam olarak çıktığında bitkinin tepesindeki ilk 4 yaprak ayası alınmıştır. Alınan bitki örnekleri İnal ve Kacar (2008)'ın bildirdiği şekilde analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülen bitki örnekleri, Kacar ve İnal (2008)'ın Campell ve Plank (1998)'den bildirdiği şekilde, mikrodalga yakma sisteminde yakılarak, toplam miktarları olmak üzere fosfor, miktarlarının belirlenmesi için hazır hale getirilmiştir. Yakılan bu bitki örneklerindeki besin

elementleri uygun konsantrasyonda standart çözeltiler hazırlanarak ve dalga boyları seçilerek radyal plazma İCP-OES cihazında belirlenmiştir.

Tarla Denemeleri

Buğday bitkisi olarak, Trakya Yöresinde yaygın olarak ekilen, yöreye adapte olmuş, kış soğuklarından etkilenmeyen, yarı sert, verimli ve bakım gübreleme işlemi uygun şekilde yapıldığı zaman kalitesi de tatminkâr bir çeşit olan "Gelibolu" buğday çeşidi kullanılmıştır. Buğday bitkisi, Trakya Yöresinde olduğu gibi mibzerle dekara 20 kg tohum gelecek şekilde Ekim-Kasım aylarında ekilmiş ve Haziran-Temmuz aylarında hasat edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tarla denemelerinin yürütüldüğü alanlardan deneme öncesi alınan toprak örneklerindeki fosfor miktarı ve buğday bitkisinden alınan yaprak örneğindeki fosfor içeriğine ilişkin istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde, ortalama fosfor miktarı ve standart sapma bakımından Yanai yönteminden alınan değerlerin bir hayli yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Toprakların rutin ve çoklu ekstraksiyon yöntemleri ile belirlenen alınabilir fosfor içerikleri ve bitki örneklerinin toplam fosfor miktarı arasındaki korelasyon katsayısı değerleri ise aşağıda yer alan Çizelge 2'de verilmiştir.

Toprak analiz yöntemi ve bitki fosfor içeriği arasındaki korelasyon katsayılarının Yanai yöntemi dışında negatif korelasyon verdiği görülmektedir. Bunlardan rutin ve AAAc-EDTA yöntemlerinde bu negatif korelasyon değerleri %1 hata seviyesinde önemli bulunmuştur. Bunun nedeninin özellikle asit reaksiyonlu topraklardaki yüksek fosfor

Çizelge 1. Toprak ve bitkide fosfor miktarlarına ilişkin istatistik değerler

	Rutin	AAAc-EDTA	AB-DTPA	Mehlich-3	Yanai	Bitki P
Ortalama	11.09	6.51	11.43	34.51	186.03	0.21
En Büyük	33.88	46.87	37.72	153.20	733.34	0.25
En Küçük	3.98	0.33	2.82	2.2	11.02	0.13
Standart Sapma	7.75	12.33	11.00	43.08	221.93	0.03
Çarpıklık	2.39	3.40	1.76	2.09	1.75	-0.91
Basıklık	6.65	11.92	2.29	4.42	2.49	1.57

Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi

Çizelge 2. Yöntemlere ilişkin korelasyon katsayılar

Korelasyon katsayısı	Rutin	AAAc-EDTA	AB-DTPA	Mehlich-3	Yanai
Yöntem-bitki	-0.76**	-0.72**	-0.41	-0.03	0.22
Rutin-Çoklu yöntem		0.900**	0.714**	0.334	0.118

içeriğine rağmen, bitki gelişmesini ve fosfor alımına sınırlandıran diğer koşullar nedeniyle bitkideki fosfor içeriğinin düşük miktarda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Rutin toprak analiz yöntemi ile çoklu ekstraksiyon yöntemleri arasındaki korelasyon katsayılarından AAAc-EDTA ve AB-DTPA yöntemlerinde %1 hata seviyesinde önemli korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu yöntemlerin fosfor analizinde çoklu ekstraksiyon yöntemi olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

Toprak analizlerinden fosforun belirlenmesinde, çoklu ekstraksiyon yöntemlerinin buğday bitkisinde kullanılabilirliğinin toprak ve bitki analizleri ile değerlendirildiği bu çalışmada, AAAc-EDTA ve AB-DTPA yöntemlerinin rutin analiz yöntemleri ile yüksek korelasyon vermesi nedeniyle kullanılabileceği söylenebilir.

Teşekkür

Katkı ve desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Baker, W.H., Herron, C.G., Carroll, S.D., Henslee, M.A., Lafex, D.C., Evans, E.E., A Comparative Summary of the Standard Mehlich 3 Soil Test with a Modified Mehlich 3 Dilution Ratio Procedure, Arkansas Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture, University of Arkansas, Special Report 205, (2002).
Bray, R.H., Kurtz, L.T., Determination of total, organic and available forms phosphorus in soils. Soil Science. 59.45-49, (1945).
Elrashidi, M. A., Mays, M. D., Lee, C. W., Assessment of Mehlich-3 and ammonium

bicarbonate-DTPA extraction for simultaneous measurement of fifteen elements in soil. Communication in Soil Science and Plant Analysis, Vol:34 Issue:19-20, pages: 2817-2838, (2003).

Gürbüz M. A., Günay, E., Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Birlikte Ekstraksiyonunda Kullanılabilecek Metodların Trakya Yöresi Örneğinde Araştırılması. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Kapadokya, Nevşehir, (2013).

Kacar, B., Inal, A., Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, No:1241, Ankara, (2008).

Lakanen E, Ervio R., A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Acta Agrarica. Fenn. 123, 223-232, (1971).

Mehlich, A., Mehlich-3 soil test extractant: A modification Mehlich-2 extractant. Communication Soil Science Plant Analysis. 15(12):1409-1416, (1984).

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. Government Printing Office: Washington D.C., U.S., USDA circular no. 939, 1-19, (1954).

Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook, (1954). 60:94.

Rodriguez-Suarez, J.A., M. Arias, E. Lopez, B. Soto, 2008. Comparison of Multi-Element to Single-Element Extractants for Macro-and Micronutrients in Acid Soils from Spain. Communication in Soil Science and Plant Analysis, Vol:39 Issue:1-2, pp. 231-240.

Soltanpour, P.N., Schwab, A. P., A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro-nutrients in alkaline soils,

Fosforun Belirlenmesinde Çoklu Ekstraksiyon Yöntemlerinin Buğday Bitkisinde Kullanılabilirliğinin Toprak ve Bitki Analizleri ile Değerlendirilmesi

Communications in Soil Science and Plant Analysis, 8: 195-207, (1977).
Yanai M., Uwaswa, Y., Shimizu, Y.,
Development of a new Multinutrient
Extraction Method for Macro and Micro-
Nutrients in Arable Land Soil. Soil Science
and Plant Nutrition 46:2, 299-313. (2000).

